

#<sup>RS</sup>  
3

Docket No.: Y2238.0002/P002  
(PATENT)

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:  
Itaru Nishioka, et al.

Application No.: Not Yet Assigned

Group Art Unit: N/A

Filed: Herewith

Examiner: Not Yet Assigned

For: NETWORK NODE APPARATUS,  
NETWORK SYSTEM USING THE SAME  
AND FAULT LOCATION DETECTING  
METHOD

11002 U.S. PTO  
10/086553  
03/04/02

**CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS**

Commissioner for Patents  
Washington, DC 20231

Dear Sir:

Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following  
prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
Japan	2001-062744	March 7, 2001

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Dated: March 4, 2002

Respectfully submitted,

By 

Mark J. Thronson

Registration No.: 33,082

DICKSTEIN SHAPIRO MORIN &  
OSHINSKY LLP

1177 Avenue of the Americas

New York, NY 10036-2714

(212) 835-1400

Attorneys for Applicant

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

11002 U.S. J  
10/086553  
03/04/02

US

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月 7日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-062744

出 願 人

Applicant(s):

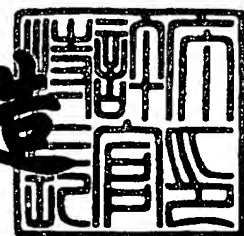
日本電気株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年10月26日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3094731

【書類名】 特許願

【整理番号】 33509818

【提出日】 平成13年 3月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 29/14

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

    【氏名】 西岡 到

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

    【氏名】 末村 剛彦

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

    【氏名】 岩田 淳

【特許出願人】

    【識別番号】 000004237

    【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100088812

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 ▲柳▼川 信

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 030982

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9001833

特 2 0 0 1 - 0 6 2 7 4 4

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ネットワークノード装置及びそれを用いたネットワークシステム並びにその障害位置検出方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力端と出力端とが伝送路に夫々接続され、この伝送路を介して他のネットワークノード装置との双方向の伝送経路を形成するネットワークノード装置であって、

前記伝送経路を介して前記他のネットワークノード装置から送出される信号を折り返し、再び前記他のネットワークノード装置へ出力するよう切り替える切替手段を含むことを特徴とするネットワークノード装置。

【請求項 2】 前記伝送路から入力される波長多重信号を分波する手段と、この分波信号を所定の方路に切り替え、再び合波する手段とを含むことを特徴とする請求項 1 記載のネットワークノード装置。

【請求項 3】 前記他のネットワークノード装置から送出される信号の波長を前記分波信号の波長に変換する波長変換手段を更に含むことを特徴とする請求項 2 記載のネットワークノード装置。

【請求項 4】 前記伝送路、あるいは前記他のネットワークノード装置の障害発生に応答して、前記伝送経路に試験用信号を送出する試験用送信部を更に含み、前記切替手段は、前記伝送経路を介して前記他のネットワークノード装置から送出される前記試験用信号を折り返し、再び前記他のネットワークノード装置へ出力するよう切り替えることを特徴とする請求項 1 から 3 いずれか記載のネットワークノード装置。

【請求項 5】 前記波長変換手段は、前記試験用信号の波長を、障害が発生した前記伝送路の波長信号に変換することを特徴とする請求項 4 記載のネットワークノード装置。

【請求項 6】 前記試験用信号を受信して、この試験用信号の信号品質を判定し、この判定結果に応じて前記試験用送信部の送信制御をなす判定手段を更に含むことを特徴とする請求項 4 または 5 記載のネットワークノード装置。

【請求項 7】 前記判定手段は、前記試験用信号を受信する試験用受信部と、この試験用受信部が受信する前記試験用信号の信号品質を所定値と比較し、前記障害の有無判定をなす判定部とを含むことを特徴とする請求項 6 記載のネットワークノード装置。

【請求項 8】 前記試験用送信部は、前記判定部のなした判定結果を前記他のネットワークノード装置へ通知することを特徴とする請求項 6 または 7 記載のネットワークノード装置。

【請求項 9】 前記試験用送信部は、前記判定結果を通知した後、前記試験用信号を送出することを特徴とする請求項 6 から 8 いずれか記載のネットワークノード装置。

【請求項 10】 前記判定手段は、前記信号品質として、BER (Bit Error Rate)、S (Signal) / N (Noise) 比、前記試験用信号のパワー、前記試験用信号の波長のうち少なくとも 1 つ測定することを特徴とする請求項 6 から 9 いずれか記載のネットワークノード装置。

【請求項 11】 トランスペアレント伝送をなすことを特徴とする請求項 1 から 10 いずれか記載のネットワークノード装置。

【請求項 12】 伝送路と、入力端と出力端とがこの伝送路に夫々接続され、この伝送路を介して他のネットワークノード装置との双方向の伝送経路を形成するネットワークノード装置とを含むネットワークシステムであって、

前記ネットワークノード装置は、前記伝送経路を介して前記他のネットワークノード装置から送出される信号を折り返し、再び前記他のネットワークノード装置へ出力するよう切り替える切替手段を含むことを特徴とするネットワークシステム。

【請求項 13】 前記ネットワークノード装置は、前記伝送路から入力される波長多重信号を分波する手段と、この分波信号を所定の方路に切り替え、再び合波する手段とを含むことを特徴とする請求項 12 記載のネットワークシステム。

【請求項 14】 前記ネットワークノード装置は、前記他のネットワークノード装置から送出される信号の波長を前記分波信号の波長に変換する波長変換手

段を更に含むことを特徴とする請求項 1 3 記載のネットワークシステム。

【請求項 1 5】 前記ネットワークノード装置は、前記伝送路、あるいは前記他のネットワークノード装置の障害発生にตอบสนองして、前記伝送経路に試験用信号を送出する試験用送信部を更に含み、前記切替手段は、前記伝送経路を介して前記他のネットワークノード装置から送出される前記試験用信号を折り返し、再び前記他のネットワークノード装置へ出力するよう切り替えることを特徴とする請求項 1 2 から 1 4 いずれか記載のネットワークシステム。

【請求項 1 6】 前記波長変換手段は、前記試験用信号の波長を、障害が発生した前記伝送路の波長信号に変換することを特徴とする請求項 1 5 記載のネットワークシステム。

【請求項 1 7】 前記ネットワークノード装置は、前記試験用信号を受信して、この試験用信号の信号品質を判定し、この判定結果に応じて前記試験用送信部の送信制御をなす判定手段を更に含むことを特徴とする請求項 1 5 または 1 6 記載のネットワークシステム。

【請求項 1 8】 前記判定手段は、前記試験用信号を受信する試験用受信部と、この試験用受信部が受信する前記試験用信号の信号品質を所定値と比較し、前記障害の有無判定をなす判定部とを含むことを特徴とする請求項 1 7 記載のネットワークシステム。

【請求項 1 9】 前記試験用送信部は、前記判定部のなした判定結果を前記他のネットワークノード装置へ通知することを特徴とする請求項 1 7 または 1 8 記載のネットワークシステム。

【請求項 2 0】 前記試験用送信部は、前記判定結果を通知した後、前記試験用信号を送出することを特徴とする請求項 1 7 から 1 9 いずれか記載のネットワークシステム。

【請求項 2 1】 前記判定手段は、前記信号品質として、BER、S/N比、前記試験用信号のパワー、前記試験用信号の波長のうち少なくとも 1 つを測定することを特徴とする請求項 1 7 から 2 0 いずれか記載のネットワークシステム。

【請求項 2 2】 前記ネットワークノード装置は、トランスペアレント伝送

をなすことを特徴とする請求項 1 2 から 2 1 いずれか記載のネットワークシステム。

【請求項 2 3】 複数のネットワークノード（以下、ノードと称す）が伝送路により接続されたネットワークシステムにおける障害位置検出方法であって、

障害の発生に応答して現用伝送路から予備伝送路へ切り替えられた後に、前記伝送路の端点ノードから前記現用伝送路へ試験用信号を送出するステップと、

前記試験用信号を受信したノードにおいて、この試験用信号を前記端点ノードへ折り返すステップと、

前記端点ノードにおいて、折り返された前記試験用信号の信号品質を判定して、この判定結果に基づき障害位置の特定をなすステップと、

を含むことを特徴とする障害位置検出方法。

【請求項 2 4】 複数のノードが伝送路により接続されたネットワークシステムにおける障害位置検出方法であって、

障害の発生に応答して現用伝送路から予備伝送路へ切り替えられた後に、前記伝送路の端点ノードから前記現用伝送路へ試験用信号を送出するステップと、

前記試験用信号を受信したノードにおいて、この試験用信号の信号品質を判定して、この判定結果を前記端点ノードへ折り返すステップと、

前記判定結果を受信した前記端点ノードにおいて、前記判定結果に基づき障害位置の特定をなすステップと、

を含むことを特徴とする障害位置検出方法。

【請求項 2 5】 複数のノードが伝送路により接続されたネットワークシステムにおける障害位置検出方法であって、

障害の発生に応答して現用伝送路から予備伝送路へ切り替えられた後に、前記伝送路の端点ノードから前記現用伝送路へ試験用信号を送出するステップと、

前記試験用信号を受信したノードにおいて、この試験用信号の信号品質を判定して、この判定結果を前記端点ノードへ折り返すステップと、

前記判定結果を受信した前記端点ノードにおいて、前記判定結果に基づき障害位置の特定をなすステップとを含み、

この特定をなすステップの動作中に障害が検出されないと、前記判定結果を折

り返したノードから前記現用伝送路へ試験用信号を送出するステップと、  
を更に含むことを特徴とする障害位置検出方法。

【請求項 2 6】 前記試験用信号を送出するノードを、前記判定結果を折り返したノードから順次 1 ホップずつ伸ばすステップを更に含むことを特徴とする請求項 2 5 記載の障害位置検出方法。

【請求項 2 7】 前記端点ノードは、前記伝送路の始点ノードおよび終点ノードであることを特徴とする請求項 2 3 から 2 5 いずれか記載の障害位置検出方法。

【請求項 2 8】 複数のノードが伝送路により接続されたネットワークシステムにおける障害位置検出方法であって、

障害の発生に应答して現用伝送路から予備伝送路へ切り替えられた後に、前記伝送路の始点ノードおよび終点ノードから夫々前記現用伝送路の中心に位置するノードへ試験用信号を送出するステップと、

前記試験用信号を受信した前記現用伝送路の中心に位置するノードにおいて、この試験用信号を前記始点ノードおよび終点ノードへ夫々折り返すステップと、

前記始点ノードおよび終点ノードにおいて、折り返された前記試験用信号の信号品質を判定して、この判定結果に基づき夫々障害位置の特定をなすステップと

この特定をなすステップの動作中に、前記始点ノードおよび終点ノードの何れかにおいて障害が検出されると、前記現用伝送路のうち障害区間を構成しない前記ノードを他のパスの設定用に解放するステップと、  
を含むことを特徴とする障害位置検出方法。

【請求項 2 9】 複数のノードが伝送路により接続されたネットワークシステムにおける障害位置検出方法であって、

障害の発生に应答して現用伝送路から予備伝送路へ切り替えられた後に、前記伝送路の始点ノードおよび終点ノードから夫々前記現用伝送路の中心に位置するノードへ試験用信号を送出するステップと、

前記試験用信号を受信した前記現用伝送路の中心に位置するノードにおいて、この試験用信号の信号品質を判定して、この判定結果を前記始点ノードおよび終

点ノードへ夫々折り返すステップと、

前記判定結果を受信した前記始点ノードおよび終点ノードにおいて、前記判定結果に基づき夫々障害位置の特定をなすステップと、

この特定をなすステップの動作中に、前記始点ノードおよび終点ノードの何れかにおいて障害が検出されると、前記現用伝送路のうち障害区間を構成しない前記ノードを他のパスの設定用に解放するステップと、

を含むことを特徴とする障害位置検出方法。

【請求項 3 0】 前記試験用信号を受信したノードにおいて、この試験用信号の波長を障害が発生した前記伝送路の波長信号に変換した後に、前記端点ノードへ折り返すステップを更に含むことを特徴とする請求項 2 3 または 2 8 記載の障害位置検出方法。

【請求項 3 1】 前記判定結果を前記端点ノードへ折り返すノードにおいて、前記判定結果は、前記試験用信号を受信したチャンネルと異なるチャンネルまたは同一のチャンネルを用いて折り返されることを特徴とする請求項 2 4, 2 5 または 2 9 記載の障害位置検出方法。

【請求項 3 2】 前記試験用信号または前記判定結果を折り返すノードを、前記端点ノードから順次 1 ホップずつ伸ばすステップを更に含むことを特徴とする請求項 2 3 から 2 9 いずれか記載の障害位置検出方法。

【請求項 3 3】 前記試験用信号または前記判定結果を折り返すノードを、前記端点ノードから順次複数ホップずつ伸ばすステップと、

この伸ばすステップの動作中に障害が検出されると、その障害区間内で伸ばすホップ数をより小とするステップと、

を更に含むことを特徴とする請求項 2 3 から 2 9 いずれか記載の障害位置検出方法。

【請求項 3 4】 前記試験用信号を折り返すノードを、前記端点ノードから順次 1 ホップずつ伸ばすステップと、

この伸ばすステップの動作中に障害が検出されると、前記現用伝送路を構成しないノードを経由せしめて前記試験用信号を折り返すステップと、

を更に含むことを特徴とする請求項 2 3 または 2 8 記載の障害位置検出方法。

【請求項 3 5】 前記試験用信号の信号品質判定は、BER、S/N、パワー、波長の判定のうち少なくとも 1 つであることを特徴とする請求項 2 3 から 3 4 いずれか記載の障害位置検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ネットワークノード装置及びそれを用いたネットワークシステム並びにその障害位置検出方法に関するものであり、特に入力端と出力端とが伝送路に夫々接続され、この伝送路を介して他のネットワークノード装置との双方向の伝送経路を形成するネットワークノード装置及びそれを用いたネットワークシステム並びにその障害位置検出方法に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、ネットワーク障害は、隣接するネットワークノード装置間のリンク単位で検出され、リンク毎に回復されていた。例えば特開平 8 - 1 3 0 5 2 3 号公報に開示されているパスルート切り替え方式のネットワーク構成を図 2 3 に示す。図 2 3 において、3 5 a ~ 3 5 e はネットワークノード装置、3 0 a ~ 3 0 h はネットワークノード装置内の電気終端器、3 3 a, 3 3 b はクライアント装置、3 4 a, 3 4 b はクライアント装置 3 3 a, 3 3 b の電気終端器、3 2 a は現用系パス、3 2 b は予備系パスである。

【0 0 0 3】

このように、ネットワークノード装置内の電気終端器 3 0 a ~ 3 0 h を用いて一旦光信号から電気信号に変換するネットワークのことを一般にオペイクネットワークと呼ぶが、このようなネットワークでは、夫々のネットワークノード装置 3 1 a ~ 3 1 e において、フレーム内に付加された障害情報を監視することができる。そのため、例えば現用系パス 3 2 a にリンク障害が発生した場合、現用系パス 3 2 a から予備系パス 3 2 b への切替えをリンクの両端のネットワークノード装置 3 1 a, 3 1 e で行うことにより、リンク障害を回復することが可能となる。

## 【0004】

ここで、リンク障害の発生により現用系パス32aから予備系パス32bへ切替えられた時、リンク障害が発生した位置はファイバの経路が切替えられた区間内にあるので、ネットワーク管理者はその障害が発生した位置を容易に特定することができる。

## 【0005】

これに対して、図24にトランスペアレントな光ネットワーク構成を示す。これは、各ノード装置が電気終端器を有しておらず、光信号のまま方路切り替えを行うネットワークである。図24において、31a～31eは現用系ネットワークノード装置、31f～31jは予備系ネットワークノード装置であり、これ以外の図23と同等部分については同一符号で示している。

## 【0006】

一般的に、トランスペアレントネットワークでは、光信号は現用系ネットワークノード装置31a～31e毎に電気信号に変換されないため、各ノード装置は光信号の情報を読み取ることができず、フレーム内に付加された障害情報を監視することができない。かかる場合、障害情報を監視できるのは、クライアント装置33a、33b内の電気終端器34a、34bのみである。そのため、通常、現用系パス32aにリンク障害が発生した場合の現用系パス32aから予備系パス32bへの切替えは、光パスの両端のクライアント装置33a、33b内の電気終端器34a、34bで行う。

## 【0007】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図24のようなトランスペアレントな光ネットワークでは、光パスの両端のクライアント装置33a、33b内の電気終端器34a、34bでしか障害情報を検出できないため、光パスのどの区間で障害が発生したかを容易に特定することができないという問題がある。

## 【0008】

この問題を解決するため、障害位置を特定する方法として、図25に示すような監視装置を備えたネットワークノード装置が提案されている。図25において

、100は光スイッチ、101は分波部、102は合波部、107は監視装置である。図25におけるネットワークノード装置では、ネットワークノード装置内で主信号を分岐し、それを監視装置107により光／電気変換を行い障害情報を監視する。

#### 【0009】

しかしながら、この方法では、各ネットワークノード装置に主信号と同じビットレートの光／電気変換器が必要となるため、本来ビットレートに依存しないという特徴を有するトランスペアレントな光ネットワークが、この光／電気変換器の存在により主信号のビットレートが制限を受けることになり、トランスペアレントな光ネットワークの特徴が損なわれてしまうという欠点がある。

#### 【0010】

また、図25のような構成に依れば、光波長数の増加や主信号のビットレートが高くなるに従い、これ等を監視する監視装置107の数や精度を増す必要があるためコストがかかり、ネットワークノード装置全体としての価格が上昇してしまうという問題がある。

#### 【0011】

そこで、本発明はかかる従来技術の問題点を解決すべくなされたものであって、その目的とするところは、ネットワークにおいて障害が発生した場合、光パスの障害位置を容易に特定することができるネットワークノード装置及びそれを用いたネットワークシステム並びにその障害位置検出方法を提供することにある。

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明によれば、入力端と出力端とが伝送路に夫々接続され、この伝送路を介して他のネットワークノード装置との双方向の伝送経路を形成するネットワークノード装置であって、前記伝送経路を介して前記他のネットワークノード装置から送出される信号を折り返し、再び前記他のネットワークノード装置へ出力するよう切り替える切替手段を含むことを特徴とするネットワークノード装置が得られる。

#### 【0013】

また、前記伝送路から入力される波長多重信号を分波する手段と、この分波信号を所定の方路に切り替え、再び合波する手段とを含むことを特徴とし、前記他のネットワークノード装置から送出される信号の波長を前記分波信号の波長に変換する波長変換手段を更に含むことを特徴とする。

## 【0014】

そして、前記伝送路、あるいは前記他のネットワークノード装置の障害発生に応答して、前記伝送経路に試験用信号を送出する試験用送信部を更に含み、前記切替手段は、前記伝送経路を介して前記他のネットワークノード装置から送出される前記試験用信号を折り返し、再び前記他のネットワークノード装置へ出力するように切り替えることを特徴とし、前記波長変換手段は、前記試験用信号の波長を、障害が発生した前記伝送路の波長信号に変換することを特徴とする。

## 【0015】

更に、前記試験用信号を受信して、この試験用信号の信号品質を判定し、この判定結果に応じて前記試験用送信部の送信制御をなす判定手段を更に含むことを特徴とし、前記判定手段は、前記試験用信号を受信する試験用受信部と、この試験用受信部が受信する前記試験用信号の信号品質を所定値と比較し、前記障害の有無判定をなす判定部とを含むことを特徴とする。

## 【0016】

そして、前記試験用送信部は、前記判定部のなした判定結果を前記他のネットワークノード装置へ通知することを特徴とし、前記試験用送信部は、前記判定結果を通知した後、前記試験用信号を送出することを特徴とする。

## 【0017】

また、前記判定手段は、前記信号品質として、BER (Bit Error Rate)、S (Signal) / N (Noise) 比、前記試験用信号のパワー、前記試験用信号の波長のうち少なくとも1つ測定することを特徴とする。

## 【0018】

また、本発明によれば、伝送路と、入力端と出力端とがこの伝送路に夫々接続され、この伝送路を介して他のネットワークノード装置との双方向の伝送経路を形成するネットワークノード装置とを含むネットワークシステムであって、前記

ネットワークノード装置は、前記伝送経路を介して前記他のネットワークノード装置から送出される信号を折り返し、再び前記他のネットワークノード装置へ出力するよう切り替える切替手段を含むことを特徴とするネットワークシステムが得られる。

## 【 0 0 1 9 】

そして、前記ネットワークノード装置は、前記伝送路から入力される波長多重信号を分波する手段と、この分波信号を所定の方路に切り替え、再び合波する手段とを含むことを特徴とし、前記他のネットワークノード装置から送出される信号の波長を前記分波信号の波長に変換する波長変換手段を更に含むことを特徴とする。

## 【 0 0 2 0 】

また、前記ネットワークノード装置は、前記伝送路、あるいは前記他のネットワークノード装置の障害発生に応答して、前記伝送経路に試験用信号を送出する試験用送信部を更に含み、前記切替手段は、前記伝送経路を介して前記他のネットワークノード装置から送出される前記試験用信号を折り返し、再び前記他のネットワークノード装置へ出力するよう切り替えることを特徴とする。

## 【 0 0 2 1 】

更に、前記ネットワークノード装置は、前記試験用信号を受信して、この試験用信号の信号品質を判定し、この判定結果に応じて前記試験用送信部の送信制御をなす判定手段を更に含むことを特徴とする。

## 【 0 0 2 2 】

また、前記ネットワークノード装置は、トランスペアレント伝送をなすことを特徴とする。

## 【 0 0 2 3 】

更に、本発明によれば、複数のネットワークノード（以下、ノードと称す）が伝送路により接続されたネットワークシステムにおける障害位置検出方法であって、障害の発生に응答して現用伝送路から予備伝送路へ切り替えられた後に、前記伝送路の端点ノードから前記現用伝送路へ試験用信号を送出するステップと、前記試験用信号を受信したノードにおいて、この試験用信号を前記端点ノードへ

折り返すステップと、前記端点ノードにおいて、折り返された前記試験用信号の信号品質を判定して、この判定結果に基づき障害位置の特定をなすステップと、を含むことを特徴とする障害位置検出方法が得られる。

## 【 0 0 2 4 】

また、本発明によれば、複数のノードが伝送路により接続されたネットワークシステムにおける障害位置検出方法であって、障害の発生に応答して現用伝送路から予備伝送路へ切り替えられた後に、前記伝送路の端点ノードから前記現用伝送路へ試験用信号を送出するステップと、前記試験用信号を受信したノードにおいて、この試験用信号の信号品質を判定して、この判定結果を前記端点ノードへ折り返すステップと、前記判定結果を受信した前記端点ノードにおいて、前記判定結果に基づき障害位置の特定をなすステップと、を含むことを特徴とする障害位置検出方法が得られる。

## 【 0 0 2 5 】

そして、本発明によれば、複数のノードが伝送路により接続されたネットワークシステムにおける障害位置検出方法であって、障害の発生に応答して現用伝送路から予備伝送路へ切り替えられた後に、前記伝送路の端点ノードから前記現用伝送路へ試験用信号を送出するステップと、前記試験用信号を受信したノードにおいて、この試験用信号の信号品質を判定して、この判定結果を前記端点ノードへ折り返すステップと、前記判定結果を受信した前記端点ノードにおいて、前記判定結果に基づき障害位置の特定をなすステップとを含み、この特定をなすステップの動作中に障害が検出されないと、前記判定結果を折り返したノードから前記現用伝送路へ試験用信号を送出するステップと、を更に含むことを特徴とする障害位置検出方法が得られる。

## 【 0 0 2 6 】

また、前記試験用信号を送出するノードを、前記判定結果を折り返したノードから順次 1 ホップずつ伸ばすステップを更に含むことを特徴とし、前記端点ノードは、前記伝送路の始点ノードおよび終点ノードであることを特徴とする。

## 【 0 0 2 7 】

更に、本発明によれば、複数のノードが伝送路により接続されたネットワーク

システムにおける障害位置検出方法であって、障害の発生に応答して現用伝送路から予備伝送路へ切り替えられた後に、前記伝送路の始点ノードおよび終点ノードから夫々前記現用伝送路の中心に位置するノードへ試験用信号を送出するステップと、前記試験用信号を受信した前記現用伝送路の中心に位置するノードにおいて、この試験用信号を前記始点ノードおよび終点ノードへ夫々折り返すステップと、前記始点ノードおよび終点ノードにおいて、折り返された前記試験用信号の信号品質を判定して、この判定結果に基づき夫々障害位置の特定をなすステップと、この特定をなすステップの動作中に、前記始点ノードおよび終点ノードの何れかにおいて障害が検出されると、前記現用伝送路のうち障害区間を構成しない前記ノードを他のパスの設定用に解放するステップと、を含むことを特徴とする障害位置検出方法が得られる。

## 【 0 0 2 8 】

更にまた、本発明によれば、複数のノードが伝送路により接続されたネットワークシステムにおける障害位置検出方法であって、障害の発生に応答して現用伝送路から予備伝送路へ切り替えられた後に、前記伝送路の始点ノードおよび終点ノードから夫々前記現用伝送路の中心に位置するノードへ試験用信号を送出するステップと、前記試験用信号を受信した前記現用伝送路の中心に位置するノードにおいて、この試験用信号の信号品質を判定して、この判定結果を前記始点ノードおよび終点ノードへ夫々折り返すステップと、前記判定結果を受信した前記始点ノードおよび終点ノードにおいて、前記判定結果に基づき夫々障害位置の特定をなすステップと、この特定をなすステップの動作中に、前記始点ノードおよび終点ノードの何れかにおいて障害が検出されると、前記現用伝送路のうち障害区間を構成しない前記ノードを他のパスの設定用に解放するステップと、を含むことを特徴とする障害位置検出方法が得られる。

## 【 0 0 2 9 】

そして、前記試験用信号を受信したノードにおいて、この試験用信号の波長を障害が発生した前記伝送路の波長信号に変換した後に、前記端点ノードへ折り返すステップを更に含み、前記判定結果を前記端点ノードへ折り返すノードにおいて、前記判定結果は、前記試験用信号を受信したチャンネルと異なるチャンネルまた

は同一のチャネルを用いて折り返され、前記試験用信号または前記判定結果を折り返すノードを、前記端点ノードから順次1ホップずつ伸ばすステップを更に含むことを特徴とする。

## 【0030】

また、前記試験用信号または前記判定結果を折り返すノードを、前記端点ノードから順次複数ホップずつ伸ばすステップと、この伸ばすステップの動作中に障害が検出されると、その障害区間内で伸ばすホップ数をより小とするステップと、を更に含むことを特徴とする。

## 【0031】

更に、前記試験用信号を折り返すノードを、前記端点ノードから順次1ホップずつ伸ばすステップと、この伸ばすステップの動作中に障害が検出されると、前記現用伝送路を構成しないノードを経由せしめて前記試験用信号を折り返すステップと、を更に含むことを特徴とする。

## 【0032】

そして、前記試験用信号の信号品質判定は、BER、S/N、パワー、波長の判定のうち少なくとも1つであることを特徴とする。

## 【0033】

本発明の作用を述べる。障害のため光パスが予備系に切替えられると、光パスの端点のネットワークノード装置の判定装置から送信された試験用光信号が、現用系光パス上のネットワークノード装置でループバックされ、試験用光信号を送信したネットワークノード装置で受信される。試験用光信号はネットワークノード装置内で電気信号に変換され、信号品質を測定することにより、試験用光信号が通過した経路内の障害の有無を検出する。測定結果に異常が無ければ、順次ループバックする距離を伸ばし、現用系光パス上のネットワークノード装置に適用していく。試験用光信号の品質に劣化がある区間または試験用光信号が受信できない区間が発見された場合、その区間内のネットワークノード装置あるいはリンクに障害が発生していることを検出する。これにより、障害位置だけではなく、信号品質の劣化も検出可能となる。

## 【0034】

## 【発明の実施の形態】

以下に、添付図面を参照しつつ本発明の実施の形態について説明する。図1は本発明の実施の形態におけるネットワーク全体の構成を示す図である。図1において、1000はネットワークノード装置であり、A～Qの複数のネットワークノード装置の入力端および出力端が複数の伝送路1001に夫々接続されている。

## 【0035】

次に、複数のネットワークノード装置からなるネットワークについて説明する。図2は、複数のネットワークノード装置からなるネットワークの構成を示すブロック図であり、図1のネットワーク全体の中のある一部分を示したものである。図2において、本発明におけるネットワークは、現用系光バス上のトランスパレントネットワークノード装置10a～10hと、判定装置11a～11hと、ネットワークノード装置10aから10hへ向かうリンクと、ネットワークノード装置10hから10aへ向かうリンクとの双方向通信のために敷設された複数の伝送路12, 13とから構成されている。なお、複数の伝送路12, 13の信号は、光信号であるが、電気信号であってもよい。

## 【0036】

また、図3(a)～(d)は図2における判定装置11a～11hの内部構成を示すブロック図である。図3(a)～(d)において、判定装置11a～11hは、試験用受信器51、試験用送信器52、判定部57とから構成され、更に試験用受信器51は、図3(a)では光／電気変換器50とBER(Bit Error Rate)測定部53とから、図3(b)では光／電気変換器50とS(Signal)／N(Noise)比測定部54とから、図3(c)では光／電気変換器50と光パワー測定部55とから、図3(d)では光／電気変換器50と光波長測定部56とからなり、判定装置11a～11hは、これ等図3(a)～(d)のうちの何れか、またはこれ等の組み合わせで構成される。

## 【0037】

次に、図2に示した光ネットワークにおける障害位置検出動作について図3を参照しながら説明する。図2における障害位置検出方法は、ループバック方式を

用いた障害位置検査である。トランスペアレントなネットワークにおいて、現用系伝送経路の何れかで障害が発生した場合、まず伝送経路の両端のネットワークノード装置で現用系から予備系のパスに切替わる。

#### 【0038】

その後、障害が起こった現用系のパスに沿って、ネットワークノード装置10aから、ネットワークノード装置10bを通り、ネットワークノード装置10aにループバックするような経路を設定するため（図2における点線①の経路）、ネットワークノード装置10b内のスイッチ設定（図示せず）を切替える。このネットワークノード装置10b内のスイッチ制御は、ネットワークノード装置10aからのコマンドを制御チャネルを介してネットワークノード装置10bに送信することにより実現できる。

#### 【0039】

そして、ネットワークノード装置10aの判定装置11aの試験用送信器52が、ネットワークノード装置10bへ向けて、試験用光信号を発信する。ネットワークノード装置10bを経由してネットワークノード装置10aにループバックした試験用光信号を判定装置11aの試験用受信器51で受信する。試験用受信器51は、受信した光信号のBER、S/N比、光パワー、あるいは光波長を測定し、測定結果を判定部57に送信する。ここで、図3（a）～（d）を参照しつつ、試験用受信器51が受信した試験用光信号の信号品質を判定部57が判定する方法について以下説明する。

#### 【0040】

（a）BER：受信した試験用光信号を光／電気変換器50を用いて電気信号に変換し、この電気信号をBER測定部53により測定する。この測定結果が予め決められた値以上であれば障害発生と判断部57は判断し、所定値以下であれば異常なしと判断する。一般的には、10の-9乗を境として、この値以下であれば異常なし、この値以上であれば障害発生と判定部57は判断する。

#### 【0041】

（b）S/N比：受信した試験用光信号を光／電気変換器50を用いて電気信号に変換し、この電気信号をS/N比測定部54により測定する。この測定結果

が、予め決められた所定値以上であれば異常なし、所定値以下であれば障害発生と判定部 5 7 は判断する。

【 0 0 4 2 】

(c) 光パワー：受信した試験用光信号を光／電気変換器 5 0 を用いて電気信号に変換し、この電気信号を光パワー測定部 5 5 により測定する。この測定結果が、予め決められた値以上であれば異常なし、所定値以下であれば障害発生と判定部 5 7 は判断する。

【 0 0 4 3 】

(d) 光波長：受信した試験用光信号を光／電気変換器 5 0 を用いて電気信号に変換し、この電気信号を光波長測定部 5 6 より測定する。この測定結果と基準波長との差を計算し、予め決められた値以下であれば異常なし、所定値以上であれば障害発生と判定部 5 7 は判断する。

【 0 0 4 4 】

判定部 5 7 は、上記 (a) ～ (d) の手順の何れか、あるいは複数の手順によってネットワークノード装置 1 0 a と 1 0 b との間のリンクあるいはネットワークノード装置 1 0 b の障害の有無について判断する。障害が無い場合には、ネットワークノード装置 1 0 b 内のスイッチの設定を戻し、次のネットワークノード装置 1 0 c 内のスイッチを試験用光信号が 1 0 a - 1 0 b - 1 0 c - 1 0 b - 1 0 a の順 (図 1 における点線②の経路) を通過するように設定する。

【 0 0 4 5 】

そして、ネットワークノード装置 1 0 a の判定装置 1 1 の試験用送信器 5 2 が、ネットワークノード装置 1 0 c に向けて、試験用光信号を発信する。ネットワークノード装置 1 0 c を経由してループバックした試験用光信号を判定装置 1 1 a の試験用受信器 5 1 で受信し、判定部 5 7 で判定を行う。以下同様に、ループバックするネットワークノード装置の距離を 1 ホップずつ伸ばしながら上記動作を繰り返すことで、リンクとネットワークノード装置との障害の有無について判断する。

【 0 0 4 6 】

次に、N 回目の上記動作において、ネットワークノード装置 1 0 a に試験用光

信号が戻ってこなかった場合について説明する。図 1 において、ネットワークノード装置 1 0 d と 1 0 e との間の障害によって、N 回目の試験用光信号がネットワークノード装置 1 0 a に戻ってこない場合（図 1 における点線 N の経路）、あるいは判定部 5 7 により障害発生と判断された場合、障害発生の可能性としてネットワークノード装置 1 0 d と 1 0 e との間の双方向リンクの何れか、あるいはネットワークノード装置 1 0 e が考えられる。このように、トランスペアレントなネットワークにおいて、障害位置の範囲を特定することが可能となる。

## 【 0 0 4 7 】

図 4 は、波長多重機能を有する複数のネットワークノード装置からなるネットワークの構成を示すブロック図である。図 4 において、1 2, 1 3 はネットワークノード装置 1 0 a から 1 0 h に向かうリンクと、ネットワークノード装置 1 0 h から 1 0 a に向かうリンクとの双方向通信のために敷設された 2 本の伝送路で、それ以外の図 1 と同等部分については同一符号で示している。なお、2 本の伝送路 1 2, 1 3 の信号は、波長多重された光信号である。図 4 における障害位置検出方法も図 2 と同様にループバック方式を用いた障害位置検査である。また、判定装置 1 1 a ~ 1 1 h の内部構成は、図 3 (a) ~ (d) に示したものと同一構成である。

## 【 0 0 4 8 】

また、図 5 は図 4 におけるネットワークノード装置 1 0 a ~ 1 0 h の内部構成を示すブロック図である。図 5 において、ネットワークノード装置 1 0 a ~ 1 0 h は、光スイッチ 1 0 0 と、入力ファイバ 1 0 5 から入力された波長多重光信号を分波する分波部 1 0 1 と、分波された光信号を出力ファイバ 1 0 6 から波長多重光信号として合波する合波部 1 0 2 と、光スイッチ 1 0 0 に接続されている波長変換器 1 0 3 と、判定装置 1 1 と、クライアント収容装置 1 0 4 とから構成されている。そして、ネットワークノード装置 1 0 a から 1 0 h へ向かう現用系の光信号は、点線矢印で示した  $\alpha$  の方向へ光スイッチ 1 0 0 により方路切り替えがなされる。なお、判定装置 1 1 は図 4 における判定装置 1 1 a ~ 1 1 h と同じものである。

## 【 0 0 4 9 】

次に、図4に示したネットワークにおける障害位置検出動作について説明する。障害が発生し現用系のパスが予備系のパスに切替わった後、障害が起こった現用系パスに沿って、ネットワークノード装置10aから、ネットワークノード装置10bを通り、ネットワークノード装置10aにループバックするような経路を設定するため（図4における点線①の経路）、ネットワークノード装置10b内の光スイッチ100を切替える。

#### 【0050】

そして、ネットワークノード装置10aの判定装置11aの試験用送信器52が、ネットワークノード装置10bに向けて、試験用光信号を発信する。ネットワークノード装置10bを経由してネットワークノード装置10aにループバックした試験用光信号を判定装置11aの試験用受信器51で受信する。試験用受信器51は、受信した光信号のBER、S/N比、光パワー、あるいは光波長を測定し、測定結果を判定部57に送信する。

#### 【0051】

判定部57は、上記（a）～（d）の判定方法と同様の手順を用いて、ネットワークノード装置10aと10bとの間のリンク、あるいはネットワークノード装置10bの障害の有無について判断する。以下同様に、ループバックするネットワークノード装置の距離を1ホップずつ伸ばしながら上記動作を繰り返すことで、リンクとネットワークノード装置との障害の有無について判断する。

#### 【0052】

ところで、現用系で使用しているネットワークノード装置10aから10bへ向かう光信号と、ネットワークノード装置10bから10aへ向かう光信号との間の波長は異なる場合があるため、障害位置検査として試験用光信号をネットワークノード装置10bにおいてループバックする際、ネットワークノード装置10bから10aへ向かう試験用光信号の波長を、現用系で使用していたネットワークノード装置10bから10aへ向かう光信号の波長に変換する必要がある。すなわち、図5において、試験用光信号を光スイッチ100により一点鎖線矢印で示したβの方向へ方路切り替えし、波長変換器103により波長変換を行った後、ネットワークノード装置10bから10aへ向かう現用系のパスへループバ

ックするのである。

【 0 0 5 3 】

図 4 に戻り、N 回目の上記動作において、ネットワークノード装置 1 0 a に試験用光信号が戻ってこなかった場合について説明する。図 4 において、ネットワークノード装置 1 0 d と 1 0 e との間の障害によって、N 回目の試験用光信号がネットワークノード装置 1 0 a に戻ってこない場合（図 4 における点線 N の経路）、あるいは判定部 5 7 により障害発生と判断された場合、障害発生の可能性としてネットワークノード装置 1 0 d と 1 0 e との間の双方向リンクの何れか、あるいはネットワークノード装置 1 0 e が考えられる。このように、トランスペアレントな光ネットワークにおいて、障害位置の範囲を特定することが可能となる。

【 0 0 5 4 】

図 2 および図 4 に示した障害位置検出の動作を図 6 のフローチャートを用いて簡単に説明する。ステップ（以下、S という）1 において、現用系の伝送経路で障害が発生したか否かの判別を行い、障害が発生すれば（S 1 : Y）、S 2 の処理にて伝送経路の両端のネットワークノード装置で、現用系から予備系のパスへ切り替える。S 3 の処理では、ループバック用の光パスを設定するため、ネットワークノード装置内の光スイッチ 1 0 0 を切り替える。そして S 4 0 の処理では、光パスの片側のネットワークノード装置の判定装置から試験用光信号を発信する。

【 0 0 5 5 】

S 5 0 の処理では、試験用光信号が発信元の判定装置へ戻ったかどうかの判別を行い、試験用光信号が戻ってくれば（S 5 0 : Y）、その信号品質が規定値以内かどうかの判別を行う（S 6 0）。試験用光信号が戻ってこない（S 5 0 : N）、あるいは試験用光信号の信号品質が規定値以内でなければ（S 6 0 : N）、S 8 0 の処理で、設定ループ内の双方向リンクのいずれか、あるいはループバックネットワークノード装置に障害が発生していると判断する。

【 0 0 5 6 】

また、試験用光信号の信号品質が規定値以内であれば（S 6 0 : Y）、設定ル

ープ内の双方向リンク、およびループバックネットワークノード装置に障害が発生していないと判断し、S 7 0 の処理でループバック用の光パスの設定を1 ホップ伸ばすため、光スイッチ 1 0 0 を切り替え、再度 S 4 0 の処理を行う。

## 【 0 0 5 7 】

図 7 は、波長多重機能を有する複数のネットワークノード装置からなるネットワークの構成を示すブロック図である。図 7 において、図 4 と同等部分については同一符号で示している。図 7 における障害位置検出方法は、ループバック方式を用いた障害位置検査であるが、図 4 と異なる点は、障害位置検査として、ループバックを片端のネットワークノード装置からだけではなく、両端のネットワークノード装置から開始することである。また、ネットワークノード装置 1 0 a ～ 1 0 h の内部構成、および判定装置 1 1 a ～ 1 1 h の内部構成は、図 5、および図 3 ( a ) ～ ( d ) に示したものと同一構成である。

## 【 0 0 5 8 】

次に、図 7 に示したネットワークにおける障害位置検出動作について説明する。障害が発生し現用系のパスが予備系のパスに切替わった後、障害が起こった現用系パスに沿って、パスの両端点であるネットワークノード装置 1 0 a と 1 0 h とから、夫々ネットワークノード装置 1 0 b と 1 0 g とを通り、ネットワークノード装置 1 0 a と 1 0 h とにループバックするような光パスを設定するため（図 7 における点線①の経路）、ネットワークノード装置 1 0 b, 1 0 g 内の光スイッチ 1 0 0 を夫々切替える。

## 【 0 0 5 9 】

そして、ネットワークノード装置 1 0 a, 1 0 h の判定装置 1 1 a, 1 1 h の試験用送信器 5 2 が、ネットワークノード装置 1 0 b, 1 0 g に向けて試験用光信号を発信する。ネットワークノード装置 1 0 b, 1 0 g を経由してネットワークノード装置 1 0 a, 1 0 h にループバックした試験用光信号を、夫々の判定装置 1 1 a, 1 1 h の試験用受信器 5 1 で受信する。試験用受信器 5 1 は、受信した光信号の B E R、S / N 比、光パワー、あるいは光波長を測定し、測定結果を判定部 5 7 に送信する。判定部 5 7 は、上記 ( a ) ～ ( d ) の判定方法と同様の手順を用いて、ネットワークノード装置 1 0 a と 1 0 b との間のリンク、ネット

ワークノード装置 1 0 h と 1 0 g との間のリンク、およびネットワークノード装置 1 0 b, 1 0 g の障害の有無について判断する。以下、ループバックするネットワークノード装置の距離を 1 ホップずつ伸ばしながら上記動作を繰り返すことで、リンクとネットワークノード装置との障害の有無について判断する。

## 【 0 0 6 0 】

また、図 4 の場合と同様に、ネットワークノード装置 1 0 b および 1 0 g において、試験用光信号を光スイッチ 1 0 0 により方路切り替えし、波長変換器 1 0 3 により波長変換を行った後、ネットワークノード装置 1 0 b から 1 0 a およびネットワークノード装置 1 0 g から 1 0 h へ向かう現用系のパスへループバックする。

## 【 0 0 6 1 】

図 7 において、ネットワークノード装置の両端からの障害位置を発見するまでの障害位置検査の試行回数を夫々 M, N (M, N は夫々自然数) 回とし、ネットワークのホップ数を  $(N + M - 1)$  としたときの障害位置を詳細に特定する手順を説明する。図 7 において、ネットワークノード装置 1 0 d と 1 0 e との間の障害によって、N 回目の試験用光信号がネットワークノード装置 1 0 a に戻ってこない場合 (図 7 における点線 N の経路)、あるいは判定部 5 7 により障害発生と判断された場合、障害発生の可能性としてネットワークノード装置 1 0 d と 1 0 e との間の双方向リンクの何れか、あるいはネットワークノード装置 1 0 e が考えられる。

## 【 0 0 6 2 】

一方、判定装置 1 1 h の試験用送信器 5 2 から発信した試験用光信号は、判定装置 1 1 h の試験用受信器 5 1 で受信しており、ループバックを継続する。M 回目の試験用光信号がネットワークノード装置 1 0 h に戻ってこない場合 (図 7 における点線 M の経路)、あるいは判定部 5 7 により障害発生と判断された場合、M - 1 回目の試験用光信号はネットワークノード装置 1 0 e を通過しネットワークノード装置 1 0 h に戻ってきているため (図 7 における点線 M - 1 の経路)、ネットワークノード装置 1 0 e に障害は発生していないことが分かり、障害位置はネットワークノード装置 1 0 d と 1 0 e との間の双方向リンクの何れかである

と特定できる。

【 0 0 6 3 】

また、M-1 回目の試験用光信号が障害のため戻ってこない場合、あるいは判定部 5 7 により障害発生と判断された場合、障害位置はネットワークノード装置 1 0 e であると特定できる。以上の手順により、トランスペアレントな光ネットワークにおいて、障害位置の範囲を特定することが可能となる。かかる場合における障害位置検査の試行回数と検出される障害位置との関係を図 8 に示す。このように、ループバックを片端のネットワークノード装置からだけではなく、両端のネットワークノード装置から開始することで障害位置をより迅速にかつ詳細に特定することができる。

【 0 0 6 4 】

上記図 7 に示した障害位置検出の動作を図 9 のフローチャートを用いて簡単に説明する。S 1, S 2, S 3 の各処理は、図 6 の場合と基本的に同一であるが、S 2 および S 3 の処理で、両端のネットワークノード装置でパスの切り替えを行い、両端のネットワークノード装置に夫々接続されるネットワークノード装置の光スイッチ 1 0 0 を切り替える。

【 0 0 6 5 】

S 4 1 では、両端のネットワークノード装置の判定装置から試験用光信号を発信し、S 5 1 では試験用光信号が発信元の判定装置に双方とも戻ったかどうかの判定を行う。試験用光信号が双方とも戻れば (S 6 1 : Y)、S 6 1 の処理で更に試験用光信号が双方とも規定値以内かどうかの判別を行う。試験用光信号が双方とも規定値以内であれば (S 6 1 : Y)、S 7 1 の処理でループバック用の光パス設定を 1 ホップ伸ばすため、光スイッチ 1 0 0 を切り替え、再度 S 4 1 の処理を行う。

【 0 0 6 6 】

試験用光信号が発信元の判定装置に双方とも戻らず (S 5 1 : N)、あるいは試験用光信号の信号品質が双方とも規定値以外でなければ (S 6 1 : N)、S 5 2 へ移行する。S 5 2 では、S 5 1 あるいは S 6 1 の結果が障害が発見された側のネットワークノード装置であるか否かの判別を行う。すなわち、両端のネット

ワークノード装置から検査を行い、片方の検査で障害が検出され、片方の検査が終了した場合（S 5 2 : Y）、他方の検査で障害が検出されるまで待機し（S 5 3）、他方の検査で障害が検出されなければ（S 5 2 : N）、S 5 4 で試験用光信号を送信し、検査を続行する。

#### 【 0 0 6 7 】

そして、S 5 5, S 6 2 の処理で試験用光信号が発信元の判定装置に戻ったか、あるいは試験用光信号の信号品質が規定値以内かどうかの判別を行う。試験用光信号が発信元の判定装置に戻り（S 5 5 : Y）、試験用光信号の信号品質が規定値以内（S 6 2 : Y）であれば、S 5 4 で検査を続行した側のループでは障害が検出されなかったとことになるため、S 6 3 でループバック用の光パス設定のため、次ホップの光スイッチ 1 0 0 を切り替え、再度 S 5 4 の処理を行う。

#### 【 0 0 6 8 】

また、S 5 3 の処理で、他方の検査で障害が検出されるまでの待機中に、検査を続行した側で、試験用光信号が発信元の判定装置に戻らず（S 5 5 : N）、あるいは試験用光信号の信号品質が規定値以内でなければ（S 6 2 : N）、S 6 4 へ移行する。S 6 4 では両端からの検査の試行回数の合計が、現用系のホップ数に等しいかどうかの判別を行い、試行回数がホップ数に等しければ（S 6 4 : Y）、試験用光信号を戻さなかった、あるいは規定値以外の試験用光信号を戻したネットワークノード装置に障害が発生したと判断し（S 8 1）、試行回数がホップ数と異なっていれば（S 6 4 : N）、設定ループ内の双方向リンクの何れかに障害が発生したと判断する（S 8 2）。

#### 【 0 0 6 9 】

すなわち、両端のネットワークノード装置から検査を行う場合、片方の検査が終了しても他方の検査は続行され、他方の検査が終了した後双方の結果を参照し障害位置を特定しているのである。

#### 【 0 0 7 0 】

次に、本発明の他の実施の形態における複数のネットワークノード装置からなるネットワークについて説明する。図 1 0 は、現用系パス上にないネットワークノード装置を用いてループバック方式による障害位置検査を行った場合の動作を

示すブロック図である。図10において、10iは現用系パス上にないトランスペアレントネットワークノード装置であり、ネットワークノード装置10d、10eにリンクを介して直接繋がっている。また、11iはネットワークノード装置10iの判定装置であり、これ以外の図4と同等部分については同一符号で示している。更に、ネットワークノード装置10a～10iの内部構成、および判定装置11a～11iの内部構成は、図5、および図3(a)～(d)に示したものと同一構成である。

#### 【0071】

次に、図10に示したネットワークにおける障害位置検出動作について説明する。障害が発生し現用系のパスが予備系のパスに切替わった後、障害が起こった現用系パスに沿って、パスの端点であるネットワークノード装置10aから、ネットワークノード装置10bを通り、ネットワークノード装置10aにループバックするような光パスを設定するため（図10における点線①の経路）、ネットワークノード装置10b内の光スイッチ100を切替える。

#### 【0072】

そして、ネットワークノード装置10aの判定装置11aの試験用送信器52が、ネットワークノード装置10bに向けて、試験用光信号を発信する。ネットワークノード装置10bを経由してネットワークノード装置10aにループバックした試験用光信号を、判定装置11aの試験用受信器51で受信する。試験用受信器51は、受信した信号のBER、S/N比、光パワー、あるいは光波長を測定し、測定結果を判定部57に送信する。判定部57は、上記(a)～(d)の判定方法と同様の手順を用いて、ネットワークノード装置10aと10bとの間のリンク、あるいはネットワークノード装置10bの障害の有無について判断する。

#### 【0073】

また、図4の場合と同様に、ネットワークノード装置10bにおいて、試験用光信号を光スイッチ100により方路切り替えし、波長変換器103により波長変換を行った後、ネットワークノード装置10bから10aへ向かう現用系のパスへループバックする。以下、ループバックするネットワークノード装置の距離

を1ホップずつ伸ばしながら上記動作を繰り返すことにより、リンクとネットワークノード装置との障害の有無について判断する。

#### 【0074】

次に、N回目の上記動作において、ネットワークノード装置10aに試験用光信号が戻ってこなかった場合について説明する。図10において、ネットワークノード装置10dと10eとの間の障害によって、N回目の試験用光信号がネットワークノード装置10aに戻ってこない場合（図10における点線Nの経路）、障害発生の可能性としてネットワークノード装置10dと10eとの間の双方向リンクの何れか、あるいはネットワークノード装置10eが考えられる。

#### 【0075】

ここで、より詳細に障害位置を特定するために、ネットワークノード装置10dと10eとに直接繋がっている、現用パス上にはなかったネットワーク装置10iを用いて、次の2つの障害位置検査を試行する（図10における点線N+1の経路）。

（1）試験用光信号の流れが10a-…-10d-10i-10e-10d-…-10aとなるようにネットワークノード装置10d、10e、10i内の光スイッチ100を設定する。判定装置11aの試験用送信器52は、このループバック経路に試験用光信号を送信する。

（2）試験用光信号の流れが10a-…-10d-10e-10i-10d-…-10aとなるようにネットワークノード装置10d、10e、10i内の光スイッチ100を設定する。判定装置11aの試験用送信器52は、このループバック経路に試験用光信号を送信する。

#### 【0076】

かかる2つの障害位置検査の試行結果から図11に示すように障害箇所が検出される。以上の手順により、トランスペアレントな光ネットワークにおいて、障害位置の範囲を特定することが可能となる。更に、現用系上にないネットワークノード装置を利用するため、図4における実施の形態より詳細に障害位置を特定することができる。

#### 【0077】

上記図 1 0 に示した障害位置検出の動作を図 1 2 のフローチャートを用いて簡単に説明する。この場合、図 6 に示した片側ループバックによる障害位置検査よりもより詳細に検査を行うため、片側ループバックによる検査が終了してから検査を行う。図 1 2 において、図 6 の S 8 0 の処理が終了すると、S 9 0 の処理において、現用系にないネットワークノード装置を用いたループバック用の光パスを設定するため、光スイッチ 1 0 0 を切り替える。

#### 【 0 0 7 8 】

S 9 1 の処理では光パスの片側のネットワークノード装置の判定装置から試験用光信号を発信し、S 9 2 の処理にて、試験用光信号が発信元の判定装置へ戻ったかどうかの判別を行う。試験用光信号が戻ってくれば (S 9 2 : Y)、S 9 3 の処理で、その信号品質が規定値以内かどうかの判別を行い、規定値以内であれば (S 9 3 : Y)、S 9 4 で現用系にないネットワークノード装置を用いたループバック用の別の光パスを設定するため、光スイッチ 1 0 0 を切り替え、再度 S 9 1 の処理を行う。

#### 【 0 0 7 9 】

また、試験用光信号が戻らず (S 9 2 : N)、あるいは試験用光信号の信号品質が規定値以内でなければ (S 9 3 : N)、S 9 5 の処理で、設定ループ内の双方向リンクのいずれか、あるいはループバックネットワークノード装置に障害が発生していると判断する。

#### 【 0 0 8 0 】

次に、本発明の更に他の実施の形態における複数のネットワークノード装置からなるネットワークについて説明する。図 1 3 および図 1 5 は、試験用光信号を受信したネットワークノード装置が送信元の判定装置に対して応答信号を送出する方式により障害位置検査を行う場合の動作を示すブロック図である。図 1 3 および図 1 5 において、本発明におけるネットワークは、現用系光パス上のトランスペアレントなネットワークノード装置 2 0 a ~ 2 0 h と、ネットワークノード装置 2 0 a から 2 0 h へ向かうリンクと、ネットワークノード装置 2 0 h から 2 0 a へ向かうリンクとの双方向通信のために敷設された 2 本の伝送路 1 2, 1 3 とから構成されており、それ以外の図 4 と同等部分については同一符号で示して

いる。なお、判定装置 1 1 a ~ 1 1 h の内部構成は、図 3 ( a ) ~ ( d ) に示したものと同一構成である。また、図 7 と異なる点は、試験用光信号を受信した各ネットワークノード装置内で試験用光信号を終端し、BER、S/N 比、光パワー、あるいは光波長の信号品質を計測することである。

#### 【 0 0 8 1 】

また、図 1 4 は図 1 3 および図 1 5 におけるネットワークノード装置 2 0 a ~ 2 0 h の内部構成を示すブロック図である。図 1 4 において、図 5 と同等部分については同一符号で示している。なお、判定装置 1 1 は図 1 3 および図 1 5 における判定装置 1 1 a ~ 1 1 h と同じものである。また、図 5 と異なる点は、ネットワークノード装置内で試験用光信号を折り返さないため、各ネットワークノード装置内に波長変換器 1 0 3 を設ける必要がないことである。

#### 【 0 0 8 2 】

図 1 3 および図 1 5 において、何れも障害位置検出の際、試験用光信号を受信し、それに対する応答信号を送出するが、この応答信号を送出するルートは 2 種類ある。すなわち、図 1 3 のように試験用光信号が送信されたチャネルと異なるチャネル（制御信号が流れるチャネル）を使用する場合と、図 1 5 のように試験用光信号が送信されたチャネルと同一のチャネル（主信号が流れるチャネル）を使用する場合とがあり、何れの場合を用いてもよい。具体的にこれ等のチャネルは夫々制御チャネルとデータチャネルとに該当する。

#### 【 0 0 8 3 】

なお、ネットワークノード装置間には制御線が平行して接続されているため、図 1 3 の場合、試験信号の戻り方向のデータチャネルに障害が発生しているときに、制御線を通して正常に応答信号が返ってくる場合が想定されるため、障害位置検査は必ず両端のネットワークノード装置から開始する必要がある。また、図 1 5 の場合は、片端のネットワークノード装置から障害位置検査を行うことも可能である。

#### 【 0 0 8 4 】

次に、図 1 3 および図 1 5 に示したネットワークにおける障害位置検出動作について説明する。障害が発生し現用系のパスが予備系のパスに切替わった後、障

害が起こった現用系パスに沿って、パスの両端点であるネットワークノード装置 2 0 a, 2 0 h の判定装置 1 1 a, 1 1 h の試験用送信器 5 2 から、夫々ネットワークノード装置 2 0 b, 2 0 g に向けて試験用光信号が発信される（図 1 3 および図 1 5 における点線①の経路）。この試験用光信号はネットワークノード装置 2 0 b, 2 0 g の判定装置 1 1 b, 1 1 g で受信され、試験用受信器 5 1 は、受信した光信号の B E R、S / N 比、光パワー、あるいは光波長を測定し、測定結果を判定部 5 7 に送信する。

#### 【 0 0 8 5 】

判定部 5 7 は、上記（a）～（d）の判定方法と同様の手順を用いて判定し、判定結果に異常がなければ、判定装置 1 1 b, 1 1 g 内の試験用送信器 5 2 がネットワークノード装置 2 0 a, 2 0 h に異常なしの応答信号を送出する。これを受けたネットワークノード装置 2 0 a, 2 0 h の判定装置 1 1 a, 1 1 h では、この区間に障害は起きていないと判断し、次のネットワークノード装置 2 0 c, 2 0 f に向けて試験用光信号を送信する。以下、試験用光信号を発信するネットワークノード装置の距離を 1 ホップずつ伸ばしながら上記動作を繰り返すことで、リンクとネットワークノード装置との障害の有無について判断する。

#### 【 0 0 8 6 】

次に、図 1 3、図 1 5 においてネットワークノード装置の両端からの障害位置を発見するまでの障害位置検査の試行回数を夫々 M, N（M, N は夫々自然数）回とし、ネットワークのホップ数を（N + M - 1）としたときの障害位置を詳細に特定する手順を説明する。図 1 3 および図 1 5 において、ネットワークノード装置 2 0 d と 2 0 e との間の障害によって、N 回目の上記動作において（図 1 3 および図 1 5 における点線 N の経路）、ネットワークノード装置 2 0 e がリンク切断によりある一定時間内に試験用光信号を受信できない時、あるいは判定装置 1 1 e が受信した試験用光信号が劣化していた時、ネットワークノード装置 2 0 e は、ネットワークノード装置 2 0 a への応答信号として障害発見の応答を返す（図 1 3 および図 1 5 における実線矢印）。

#### 【 0 0 8 7 】

この時、信号の劣化位置を含む障害発生の可能性としてネットワークノード装

置 2 0 d と 2 0 e との間の双方向リンクの何れか、あるいはネットワークノード装置 2 0 e が考えられる。一方、他端の判定装置 1 1 h の試験用送信器 5 2 から発信した試験用光信号による応答信号から、ネットワークノード装置 2 0 e に障害は発生していないことが分かり、障害位置はネットワークノード装置 2 0 d - 2 0 e 方向のリンクであると特定できる。かかる場合における障害位置検査の障害検出までの試行回数と検出される障害箇所との関係を図 1 6 に示す。

## 【 0 0 8 8 】

以上の手順により、トランスペアレントな光ネットワークにおいて、障害位置の範囲を特定することが可能となる。更に、各ネットワークノード装置で試験用光信号を終端し、光信号の諸特性について測定を行うため、信号品質をも含めた障害を検知することができる。

## 【 0 0 8 9 】

上記図 1 3 および図 1 5 に示した障害位置検出の動作を図 1 7 のフローチャートを用いて簡単に説明する。S 1, S 2 の処理は図 9 の場合と同様の処理を行う。S 2 1 の処理において、被試験用ノードで試験用光信号の確認ができるようにスイッチを切り替える。そして、S 4 2 の処理において、両端のネットワークノード装置の判定装置から試験用光信号を発信し、S 5 6 では被試験用ネットワークノード装置の双方で試験用光信号を受信したかどうかの判定を行う。試験用光信号が双方とも受信されれば (S 5 6 : Y)、S 6 5 の処理で更に試験用光信号が双方とも規定値以内かどうかの判別を行う。試験用光信号が双方とも規定値以内であれば (S 6 5 : Y)、S 7 1 の処理で、異常無しの応答信号を試験用光信号の送信元のネットワークノード装置へ、制御チャネルまたはデータチャネルを使用して送出する。そして、S 7 2 の処理で、試験用光信号の送出先のネットワークノード装置を 1 ホップ伸ばすためにスイッチを切り替え、再度 S 4 2 の処理を行う。

## 【 0 0 9 0 】

試験用光信号が双方とも受信されず (S 5 6 : N)、あるいは試験用光信号の信号品質が双方とも規定値以内でなければ (S 6 5 : N)、S 5 7 へ移行する。S 5 7 では、S 5 6 あるいは S 6 5 の結果が障害が発見された側のネットワーク

ノード装置であるか否かの判別を行う。すなわち、図 9 の場合と同様に、両端のネットワークノード装置から検査を行い、片方の検査で障害が検出され、片方の検査が終了した場合（S 5 7 : Y）、異常ありの応答信号を送信元のネットワークノード装置へ送出し、他方の検査で障害が検出されるまで待機し（S 5 8）、他方の検査で障害が検出されなければ（S 5 7 : N）、S 5 9 で試験用光信号を送信し、検査を続行する。

## 【 0 0 9 1 】

そして、S 6 6、S 6 7 の処理で被試験用ネットワークノード装置で試験用光信号を受信したかどうか、あるいは試験用光信号の信号品質が規定値以内かどうかの判別を行う。試験用光信号が受信され（S 6 6 : Y）、試験用光信号の信号品質が規定値以内（S 6 7 : Y）であれば、S 5 9 で検査を続行した側のループでは障害が検出されなかったとことになるため、S 6 8 で試験用光信号の送出先のネットワークノード装置を次ホップに切り替えるためにスイッチを切り替え、再度 S 5 9 の処理を行う。

## 【 0 0 9 2 】

また、S 5 9 の処理で検査を続行し、被試験用ネットワークノード装置で試験用光信号を受信せず（S 6 6 : N）、あるいは試験用光信号の信号品質が規定値以内でなければ（S 6 7 : N）、S 6 9 へ移行する。S 6 9 では異常ありの応答信号を試験用光信号の送信元のネットワークノード装置へ、制御チャネルまたはデータチャネルを使用して送出する。

## 【 0 0 9 3 】

S 7 3 の処理において、S 5 8 の処理で障害を検出した場合と、S 5 9 の処理で検査を続行し障害を検出した場合との検査の試行回数が、現用系のホップ数に等しいかどうかの判別を行い、試行回数がホップ数に等しければ（S 7 3 : Y）、異常ありの応答信号を送出したネットワークノード装置へ向かうリンクに障害が発生したと判断し（S 8 3）、試行回数がホップ数と異なっていれば（S 7 3 : N）、異常ありの応答信号を送出したネットワークノード装置に障害が発生したと判断する（S 8 4）。すなわち、両端のネットワークノード装置から検査を行う場合は、双方の検査結果から障害位置を特定しているのである。

## 【 0 0 9 4 】

次に、本発明の更なる実施の形態における複数のネットワークノード装置からなるネットワークについて説明する。図 1 8 は、応答信号を送出したネットワークノード装置が次ホップに試験用光信号を発信する方式により障害位置検査を行う場合の動作を示すブロック図である。図 1 8 において、図 1 3 および図 1 5 と同等部分については同一符号で示している。また、ネットワークノード装置 2 0 a ~ 2 0 h の内部構成、および判定装置 1 1 a ~ 1 1 h の内部構成は、図 1 4 および図 3 ( a ) ~ ( d ) に示したものと同一構成である。

## 【 0 0 9 5 】

図 1 8 において、障害位置検出の際、試験用光信号を受信し、それに対して応答信号を送出する方式であり、この応答信号を送出するルートは、図 1 8 においては制御チャネルを用いた場合についてのみ示しているが、上記図 1 5 の場合と同様でデータチャネルを用いて応答信号を送出することも可能である。また、図 1 3 および図 1 5 と異なる点は、試験用光信号を受信した各ネットワークノード装置が、試験用光信号に対する応答信号を、その試験用光信号を送信したネットワークノード装置に対して送出した後、次ホップに対して試験用光信号を送信することである。

## 【 0 0 9 6 】

次に、図 1 8 に示したネットワークにおける障害位置検出動作について説明する。障害が発生し現用系のパスが予備系のパスに切替わった後、障害が起こった現用系パスに沿って、パスの両端点であるネットワークノード装置 2 0 a , 2 0 h の判定装置 1 1 a , 1 1 h の試験用送信器 5 2 から、夫々ネットワークノード装置 2 0 b , 2 0 g に向けて試験用光信号が発信される（図 1 8 における点線①の経路）。この試験用光信号はネットワークノード装置 2 0 b , 2 0 g の判定装置 1 1 b , 1 1 g で受信され、試験用受信器 5 1 は、受信した光信号の B E R、S / N 比、光パワー、あるいは光波長を測定し、測定結果を判定部 5 7 に送信する。

## 【 0 0 9 7 】

判定部 5 7 は、上記 ( a ) ~ ( d ) の判定方法と同様の手順を用いて判定し、

判定結果に異常がなければ、判定装置 1 1 b, 1 1 g 内の試験用送信器 5 2 がネットワークノード装置 2 0 a, 2 0 h に異常なしの応答信号を送出する。これを受けたネットワークノード装置 2 0 a, 2 0 h の判定装置 1 1 a, 1 1 h では、この区間に障害は起きていないと判断する。

## 【0098】

ここで、ネットワークノード装置 2 0 b, 2 0 g は試験用光信号に対する応答信号を送出した後、今度は夫々ネットワークノード装置 2 0 c, 2 0 f に向けて試験用光信号を送信する（図 1 8 における点線②の経路）。この試験用光信号はネットワークノード装置 2 0 c, 2 0 f の判定装置 1 1 c, 1 1 f で受信され、試験用受信器 5 1 は、受信した光信号の B E R、S / N 比、光パワー、あるいは光波長を測定し、測定結果を判定部 5 7 に送信する。

## 【0099】

判定部 5 7 は、上記（a）～（d）の判定方法と同様の手順を用いて判定し、判定結果に異常がなければ、判定装置 1 1 c, 1 1 f 内の試験用送信器 5 2 がネットワークノード装置 2 0 b, 2 0 g に異常なしの応答信号を送出する。これを受けたネットワークノード装置 2 0 b, 2 0 g の判定装置 1 1 b, 1 1 g では、この区間に障害は起きていないと判断する。以下、試験用光信号を発信するネットワークノード装置の距離を 1 ホップずつ伸ばしながら上記動作を繰り返すことで、リンクとネットワークノード装置との障害の有無について判断する。

## 【0100】

次に、図 1 8 においてネットワークノード装置の両端からの障害位置を発見するまでの障害位置検査の試行回数を夫々 M, N（M, N は夫々自然数）回とし、ネットワークのホップ数を（N + M - 1）としたときの障害位置を詳細に特定する手順を説明する。図 1 8 において、ネットワークノード装置 2 0 d と 2 0 e との間の障害によって、N 回目の上記動作において（図 1 8 における点線 N の経路）、ネットワークノード装置 2 0 e がリンク切断によりある一定時間内に試験用光信号を受信できない時、あるいは判定装置 1 1 e が受信した試験用光信号が劣化していた時、ネットワークノード装置 2 0 e は、ネットワークノード装置 2 0 d への応答信号として障害発見の応答を返す（図 1 8 における実線矢印）。この

障害位置の情報は、ネットワーク制御装置（図示せず）に伝えても良いし、制御線を介して端のネットワークノード装置へ伝えても良い。

#### 【0101】

この時、信号の劣化位置を含む障害発生の可能性としてネットワークノード装置20dと20eとの間の双方向リンクの何れか、あるいはネットワークノード装置20eが考えられる。一方、他端の判定装置11fの試験用送信器52から発信したの試験用光信号による応答信号から、ネットワークノード装置20eに障害は発生していないことが分かり、障害位置はネットワークノード装置20d-20e方向のリンクであると特定できる。かかる場合における障害位置検査の障害検出までの試行回数と検出される障害箇所との関係を図19に示す。

#### 【0102】

以上の手順により、トランスペアレントな光ネットワークにおいて、障害位置の範囲を特定することが可能となる。更に、試験用光信号を受信したネットワークノード装置が試験用光信号を次のネットワークノード装置に送信するため、図13および図15における実施の形態よりも迅速に障害位置を特定することができる。

#### 【0103】

図20は、図2に示したネットワークにおいて、ループバック方式を複数ホップずつまとめて行うことにより障害位置検査を行った場合の動作を示すブロック図である。図20において、10nは現用系光パス上のネットワークノード装置の1つであり、11nはその判定装置である。またこれ以外の図2と同等部分については同一符号で示している。

#### 【0104】

次に、図20に示したネットワークにおける障害位置検出動作について説明する。図20において、現用系にて障害発生後、複数ホップずつ障害位置検査を実施する。すなわち、この障害位置検査の動作は、まずネットワークノード装置10aから、ネットワークノード装置10bおよび10cを通り、ネットワークノード装置10aにループバックするような経路を設定し（図20における点線①の経路）試験用光信号を発信する。この経路で障害が検出されなければ、次にネ

ットワークノード装置 1 0 a から、ネットワークノード装置 1 0 b、1 0 c、1 0 d および 1 0 n を通り、ネットワークノード装置 1 0 a にループバックするような経路を設定し（図 2 0 における点線②の経路）、試験用光信号を発信する。複数ホップずつループバックを行うことを除き、図 2 の場合における動作と同一である。

## 【0 1 0 5】

また、複数ホップずつの障害位置検査を数回行った後、障害のため一定時間以内にネットワークノード装置 1 0 a が試験用光信号を受信できない時、あるいは受信した試験用光信号が判定部により劣化していると判断された時、ネットワークノード装置 1 0 a は障害を含む区間内を今度は 1 ホップずつ障害位置検査を行う。この 1 ホップずつ障害位置検査の方法は、図 2 における実施の形態と同一であり、図 2 の場合と同様に障害位置の範囲を特定できる。なお、この図 2 0 に示した複数ホップずつ障害位置検査を行う方法については上述した図 4 以降の全ての実施の形態においても適応可能である。

## 【0 1 0 6】

次に、本発明の更なる他の実施の形態における複数のネットワークノード装置からなるネットワークについて説明する。図 2 1 において、1 0 n は現用系パス上の中心に位置するネットワークノード装置であり、1 1 n はその判定装置である。またこれ以外の図 7 と同等部分については同一符号で示している。

## 【0 1 0 7】

図 2 1 における障害位置検出方法は、ループバック方式を用いた障害位置検査であるが、図 7 と異なる点は、障害発生後、現用系パスの両端点のネットワークノード装置 1 0 a、1 0 h から、現用系パス上の中心に位置するネットワークノード装置 1 0 n へ向けて試験用光信号を送出することである（図 2 1 における点線①の経路）。ネットワークノード装置 1 0 n はこの試験用光信号を夫々ループバックする。ネットワークノード装置 1 0 c と 1 0 d との間の障害によって、何れかの試験用光信号が戻ってこないため、障害発生と判断される。

## 【0 1 0 8】

次に、この障害を含むネットワークノード装置 1 0 a から 1 0 n の区間の両端

点のネットワークノード装置 1 0 a, 1 0 n から、夫々この区間の中心に位置するネットワークノード装置 1 0 c へ向けて試験用光信号を送出し、障害位置検査を行う。以下この動作を繰り返し、障害区間を特定する。

#### 【 0 1 0 9 】

更にこの場合、障害位置検査において障害が発生していないと判断された区間、すなわち、図 2 1 の場合の 1 回目の試行ではネットワークノード装置 1 0 h から 1 0 n の間は障害位置検査の対象からは解放され、現用系パスとして稼働可能な状態に変更する。これにより、障害が発生している区間以外のリンクやネットワークノード装置を他のパスを設定するために使用することが可能となり、ネットワーク資源を有効に利用することができる。なお、この図 2 1 に示した障害位置検査の方法については、図 7 以外にも上述した他の全ての実施の形態において適応することが可能である。

#### 【 0 1 1 0 】

また、図 2 2 は上述した図 4 以降の全ての実施の形態における、波長多重機能を有するネットワークノード装置の判定装置 1 1 の他の構成を示すブロック図である。図 2 2 において、波長多重された 1 個の波長群を分波部 1 0 1 で分波した後、夫々の波長に対応して設けられた複数の判定装置 1 1 の内、波長の一致する判定装置 1 1 に光信号が入力され、再び合波部 1 0 2 により合波される。これにより、波長毎に複数設けられた判定装置 1 1 と分波部 1 0 1 と合波部 1 0 2 とから構成される判定装置をネットワークノード装置に設けることにより、光スイッチの粒度が波長群であるトランスペアレントな光ネットワークにおいても、広く応用可能である。

#### 【 0 1 1 1 】

さらに、図 2 3 は波長群でスイッチされるネットワークノード装置に対応する判定装置 1 1 の他の構成を示すブロック図である。図 2 3 において、X 個の信号が波長多重された 1 個の波長群の中の一つの波長をチューナブルフィルタ 1 1 0 で分波した後、判定装置 1 1 に光信号が入力され、合波部 1 0 2 により合波される。該当信号を検査する判定装置 1 1 とチューナブルフィルタ 1 1 0 と合波部 1 0 2 とから構成される判定装置をネットワークノード装置に設けることにより、

光スイッチの粒度が波長群であるトランスペアレントな光ネットワークにおいても、応用可能である。

#### 【0 1 1 2】

なお、本発明が上記実施の形態に限定されず、本発明の技術的思想の範囲内において適宜変更され得ることは明らかである。例えば、上記実施の形態では、障害位置検査に当たりトランスペアレントな光ネットワークを用いた場合について説明しているが、ネットワークの形態はこれに限定されるものではなく、他のネットワークにおいても広く適用可能であることは明らかである。

#### 【0 1 1 3】

##### 【発明の効果】

叙上の如く、本発明によれば、ネットワークに障害が発生した場合、現用系パスを用いた障害位置検査を施すことで、各ノード装置が電気終端装置を有さず、光信号のまま方路切り替えを行うネットワークにおいても、障害発生位置を容易に特定することができるという効果がある。

#### 【0 1 1 4】

また、本発明によれば、試験用光信号を発生する判定装置のビットレートとネットワークの主信号のビットレートとは互いに無関係であるので、試験用送信器として低ビットレートの装置を用いることが可能となり、安価にネットワークを構成することができるという効果もある。

#### 【0 1 1 5】

更に、本発明によれば、障害位置検査によって障害が発生していないと判断された区間については検査の対象から解放され、現用系パスとして稼働可能な状態となるため、ネットワーク資源の有効利用が図られるという効果もある。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の実施の形態における複数の伝送路と複数のネットワークノード装置とからなるネットワーク全体の構成を示す図である。

##### 【図 2】

本発明の実施の形態における複数のネットワークノード装置からなるネットワ

ークの構成を示すブロック図である（片側ループバック方式）。

【図 3】

図 2 における判定装置 1 1 a ～ 1 1 h の内部構成を示すブロック図である。

【図 4】

波長多重機能を有する複数のネットワークノード装置からなるネットワークの構成を示すブロック図である（片側ループバック方式）。

【図 5】

図 4 におけるネットワークノード装置 1 0 a ～ 1 0 h の内部構成を示すブロック図である。

【図 6】

図 2、図 4 における障害位置検出の動作を示すフローチャートである。

【図 7】

波長多重機能を有する複数のネットワークノード装置からなるネットワークの構成を示すブロック図である（両側ループバック方式）。

【図 8】

図 7 における障害位置検出までの試行回数と検出される障害箇所との関係を示す図である。

【図 9】

図 7 における障害位置検出の動作を示すフローチャートである。

【図 1 0】

図 4 において、現用系パス上にないネットワークノード装置が更に付加された場合のネットワークの構成を示すブロック図である（片側ループバック方式）。

【図 1 1】

図 1 0 における障害位置検査と検出される障害箇所との関係を示す図である。

【図 1 2】

図 1 0 における障害位置検出の動作を示すフローチャートである。

【図 1 3】

本発明の更に他の実施の形態における複数のネットワークノード装置からなるネットワークの構成を示すブロック図である（制御チャネル応答信号方式）。

【図 1 4】

図 1 3 および図 1 5 におけるネットワークノード装置 2 0 a ~ 2 0 h の内部構成を示すブロック図である。

【図 1 5】

本発明の更に他の実施の形態における複数のネットワークノード装置からなるネットワークの構成を示すブロック図である（データチャネル応答信号方式）。

【図 1 6】

図 1 3 および図 1 5 における障害位置検出までの試行回数と検出される障害箇所との関係を示す図である。

【図 1 7】

図 1 3 および図 1 5 における障害位置検出の動作を示すフローチャートである。

【図 1 8】

本発明の更なる実施の形態における複数のネットワークノード装置からなるネットワーク構成を示すブロック図である。

【図 1 9】

図 1 8 における障害位置検出までの試行回数と検出される障害箇所との関係を示す図である。

【図 2 0】

図 2 において、複数ホップずつ障害位置検査を行った場合の動作を示すブロック図である。

【図 2 1】

本発明の更なる他の実施の形態における複数のネットワークノード装置からなるネットワーク構成を示すブロック図である。

【図 2 2】

判定装置の他の構成を示すブロック図である。

【図 2 3】

判定装置の更に他の構成を示すブロック図である。

【図 2 4】

従来のパスルート切り替え方式のネットワーク構成を示すブロック図である。

【図 2 5】

従来のトランスペアレントな光ネットワーク構成を示すブロック図である。

【図 2 6】

監視装置を備えたネットワークノード装置の構成を示すブロック図である。

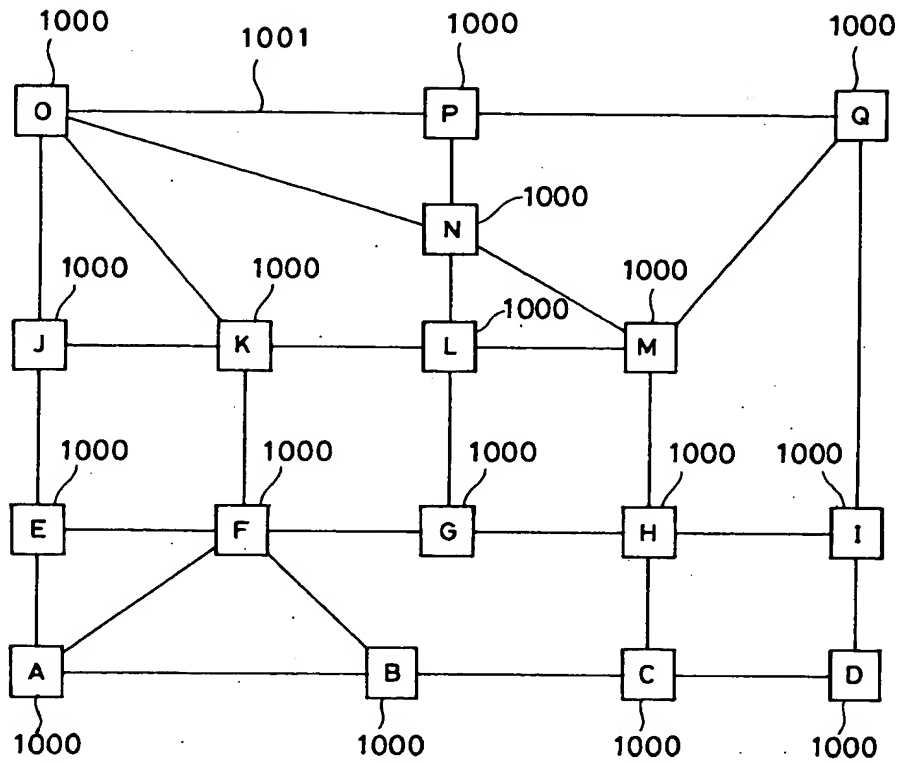
【符号の説明】

- |                         |                              |
|-------------------------|------------------------------|
| 1 0 a ~ 1 0 h, 1 0 n    | 現用系光パス上でループバック可能なネットワークノード装置 |
| 1 0 i                   | 現用系光パス上にないネットワークノード装置        |
| 1 1, 1 1 a ~ 1 1 i, 1 n | 判定装置                         |
| 1 2, 1 3                | 伝送路                          |
| 2 0 a ~ 2 0 h           | 現用系パス上の信号を終端可能なネットワークノード装置   |
| 5 0                     | 光／電気変換器                      |
| 5 1                     | 試験用受信器                       |
| 5 2                     | 試験用送信器                       |
| 5 3                     | BER (Bit Error Rate) 測定      |
| 5 4                     | S (Signal) / N (Noise) 比測定   |
| 5 5                     | 光パワー測定器                      |
| 5 6                     | 波長測定器                        |
| 5 7                     | 判定部                          |
| 1 0 0                   | 光スイッチ                        |
| 1 0 1                   | 分波部                          |
| 1 0 2                   | 合波部                          |
| 1 0 3                   | 波長変換器                        |
| 1 0 4                   | クライアント収容装置                   |
| 1 0 5                   | 入力ファイバ                       |

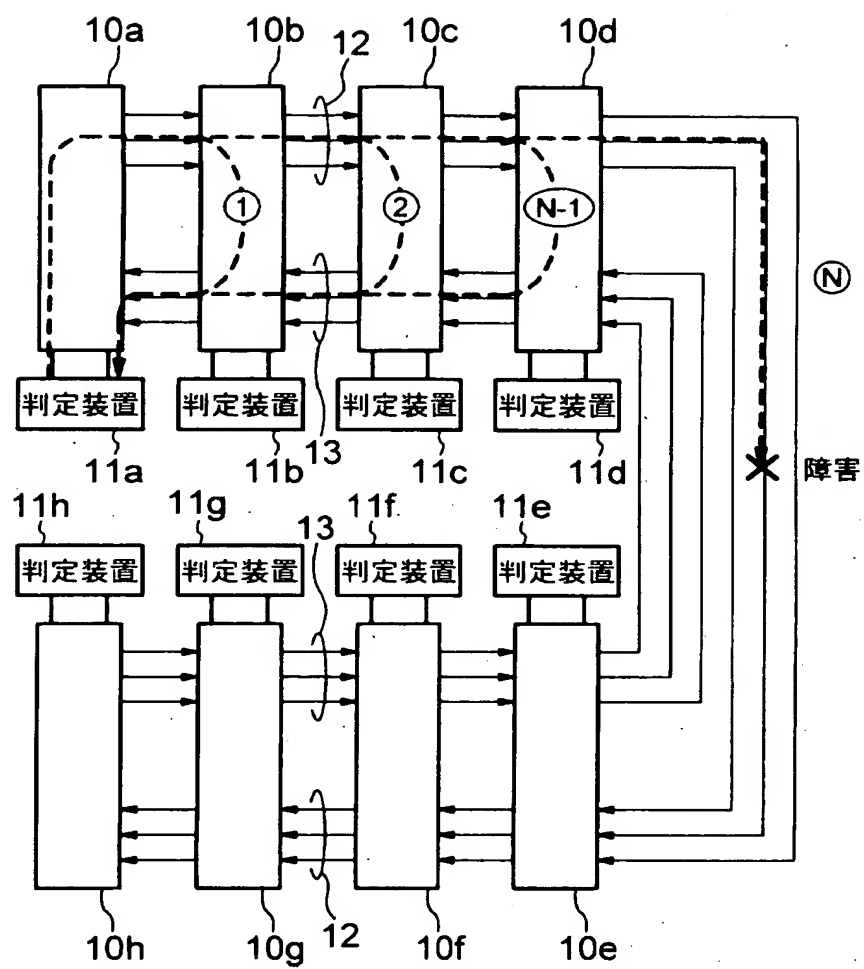
- 1 0 6 出力ファイバ
- 1 1 0 チューナブルフィルタ
- 1 0 0 0 ネットワークノード装置
- 1 0 0 1 複数の伝送路

【書類名】 図面

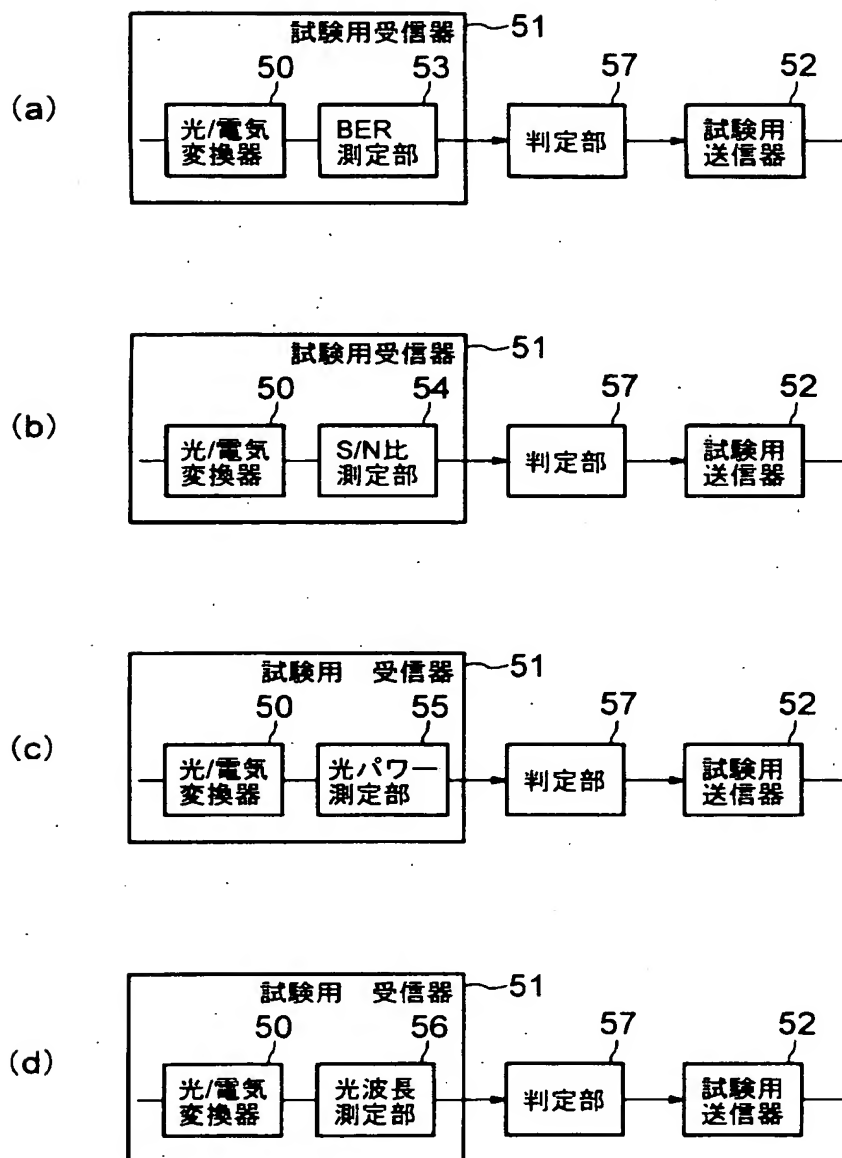
【図 1】



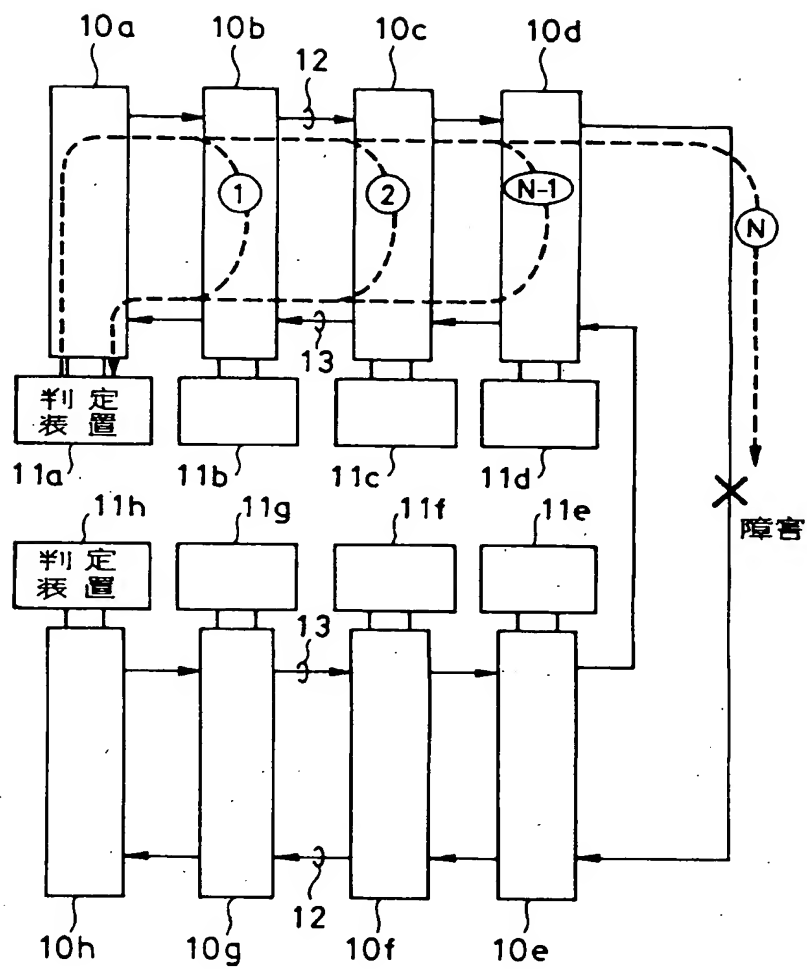
【図 2】



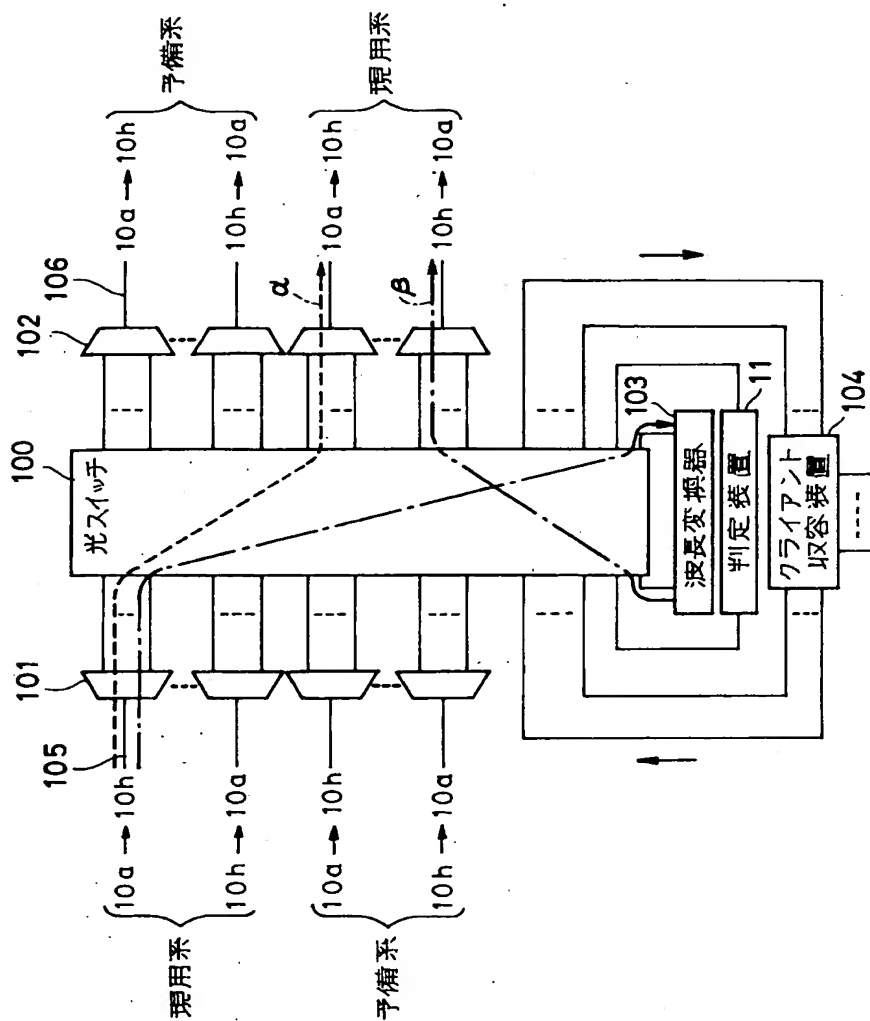
【図 3】



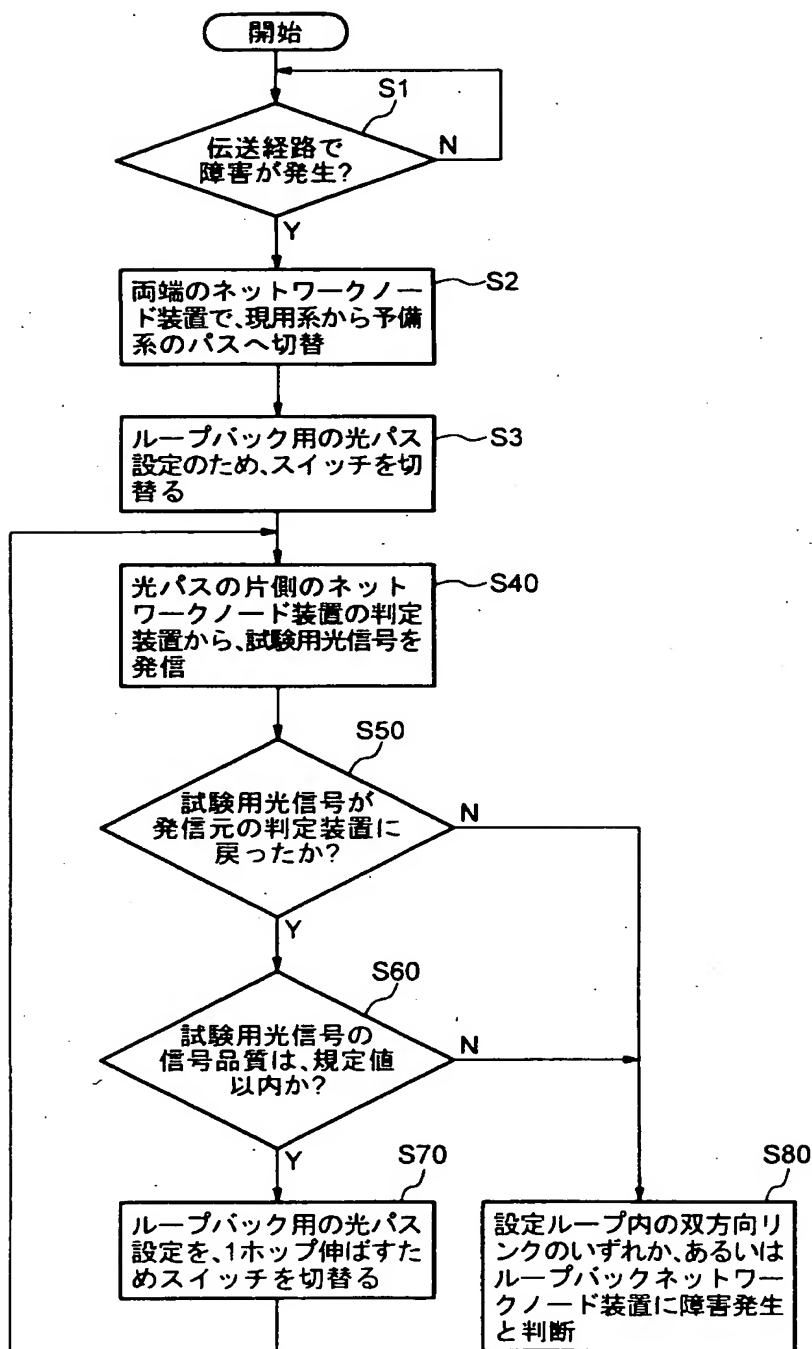
【図 4】



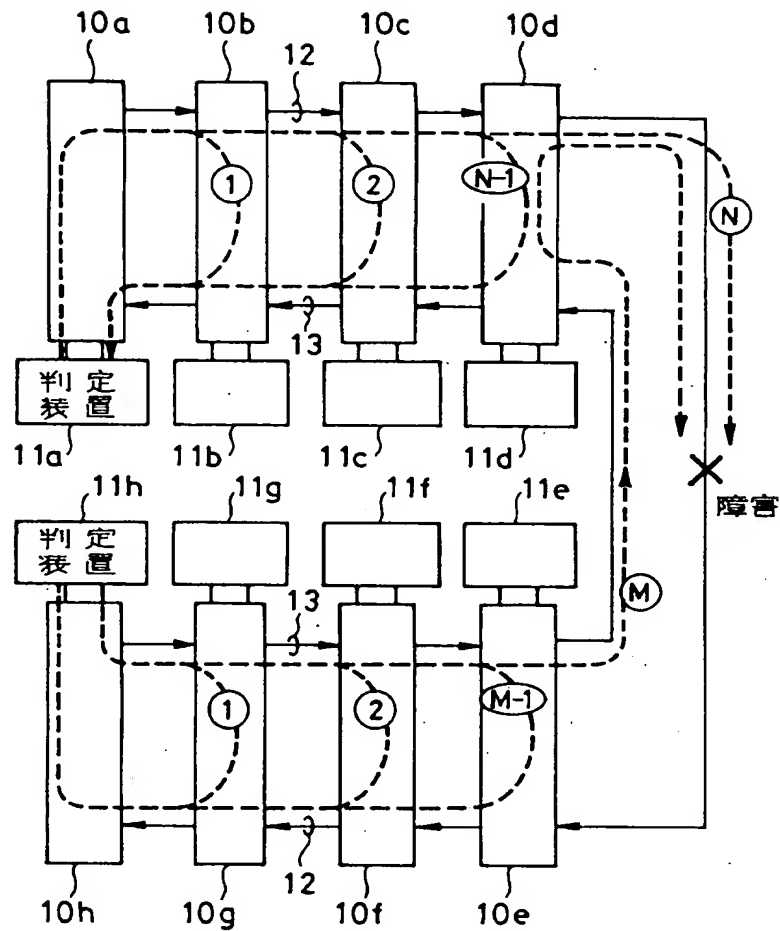
【図 5】



【図 6】



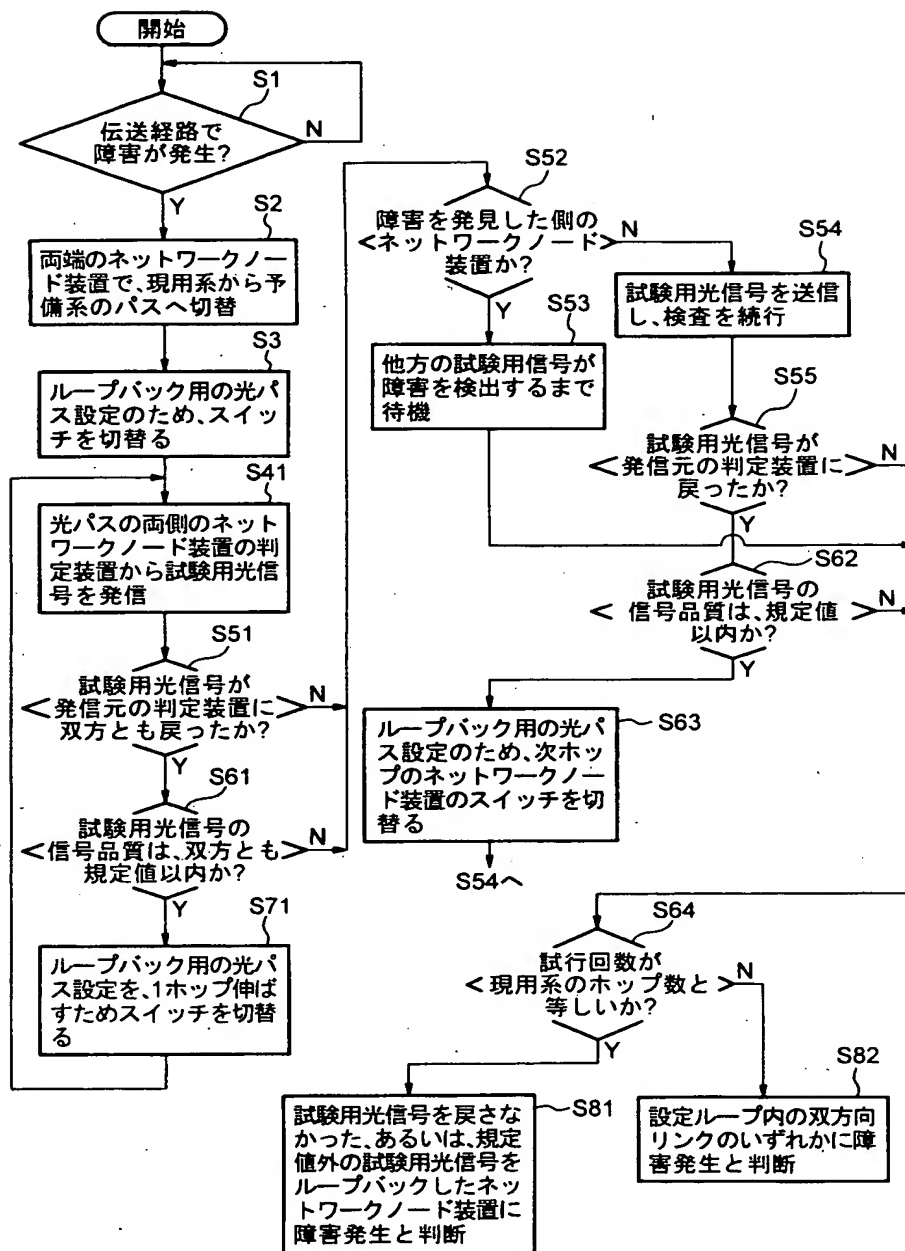
【図7】



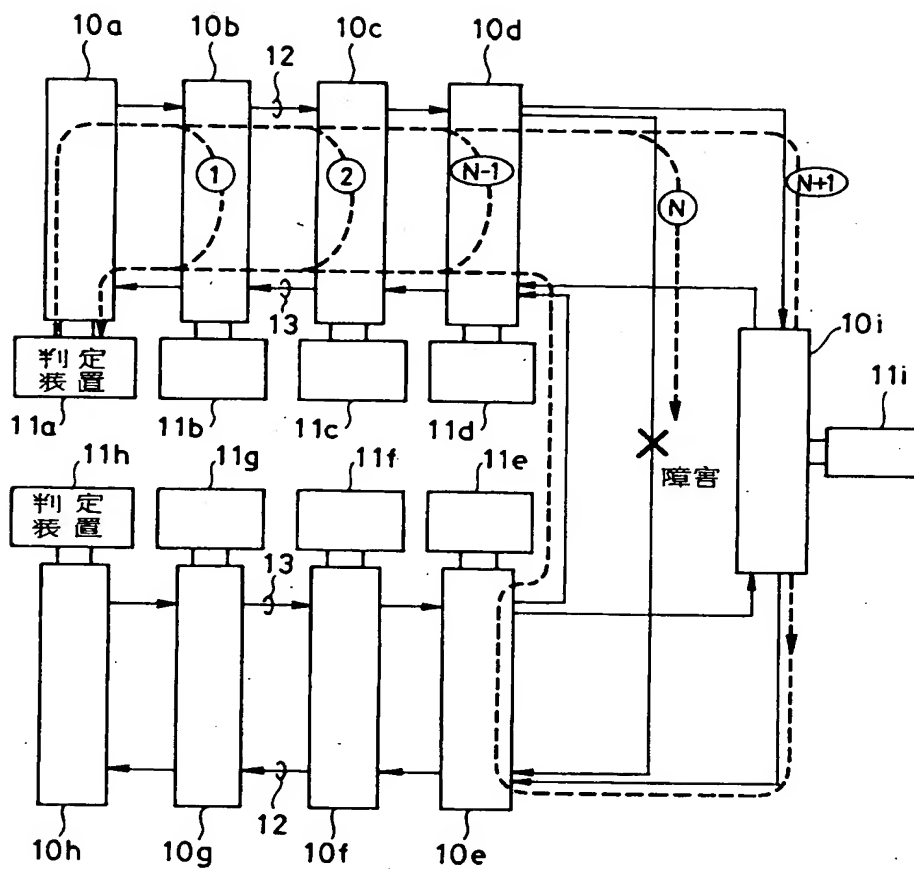
【図8】

障害検出までの 試行回数	障害検出までの 試行回数	故障箇所
N回	M回	10d-10e間の何れかのリンク
N回	M-1回	ネットワークノード装置10e
N-1回	M回	ネットワークノード装置10d

【図 9】



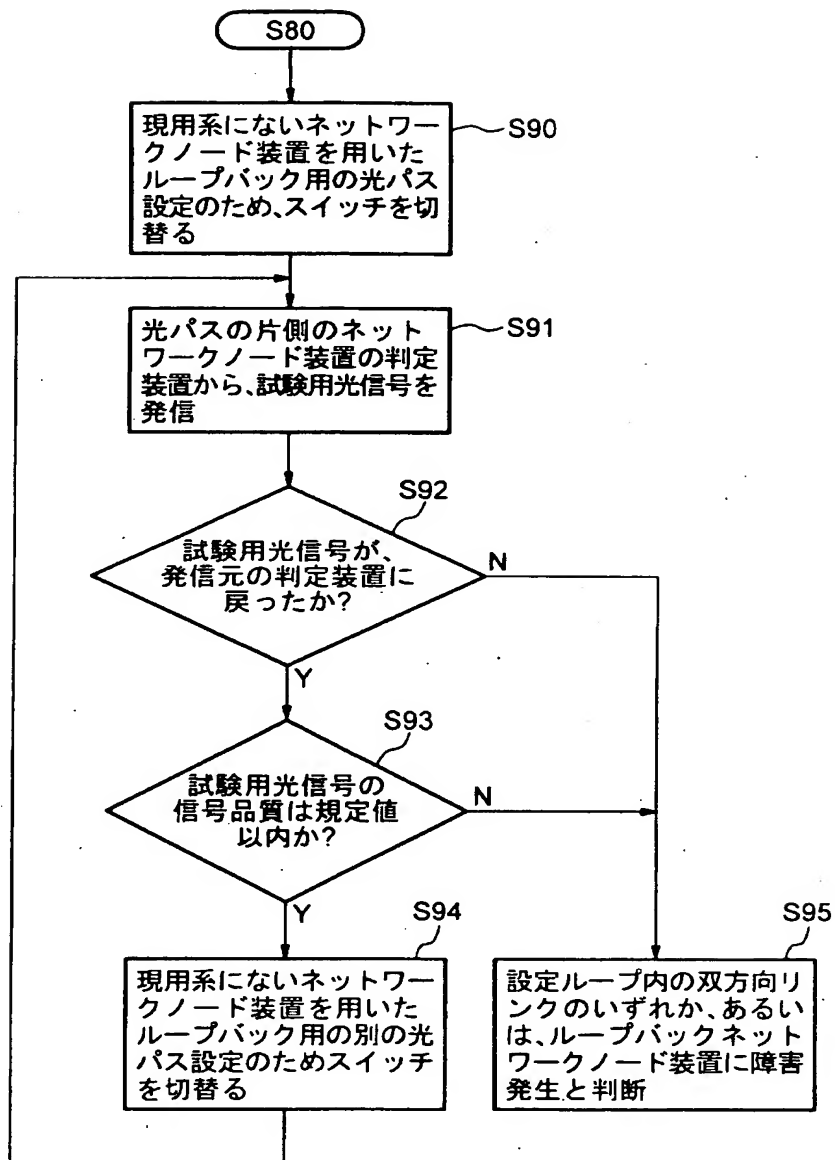
【図 10】



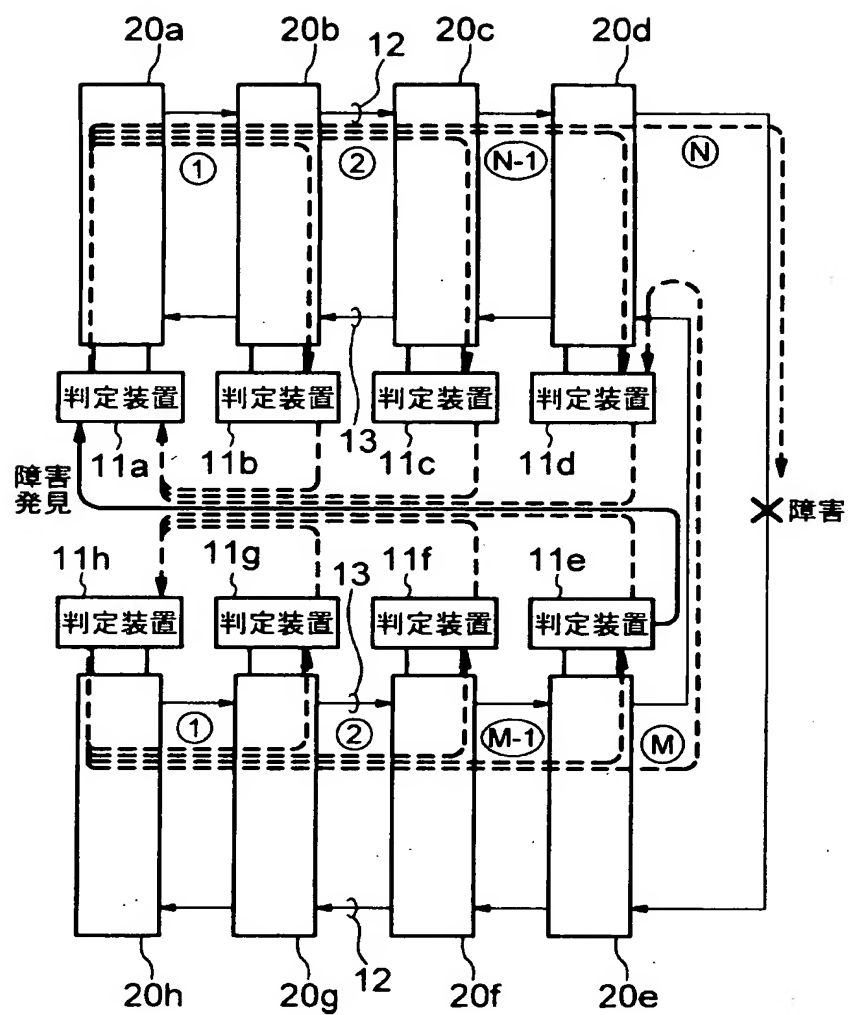
【図 1 1】

(1)	(2)	故障箇所
異常なし	障害発見	10d-10e方向のリンク
障害発見	異常なし	10e-10d方向のリンク
障害発見	障害発見	ネットワークノード装置 10e

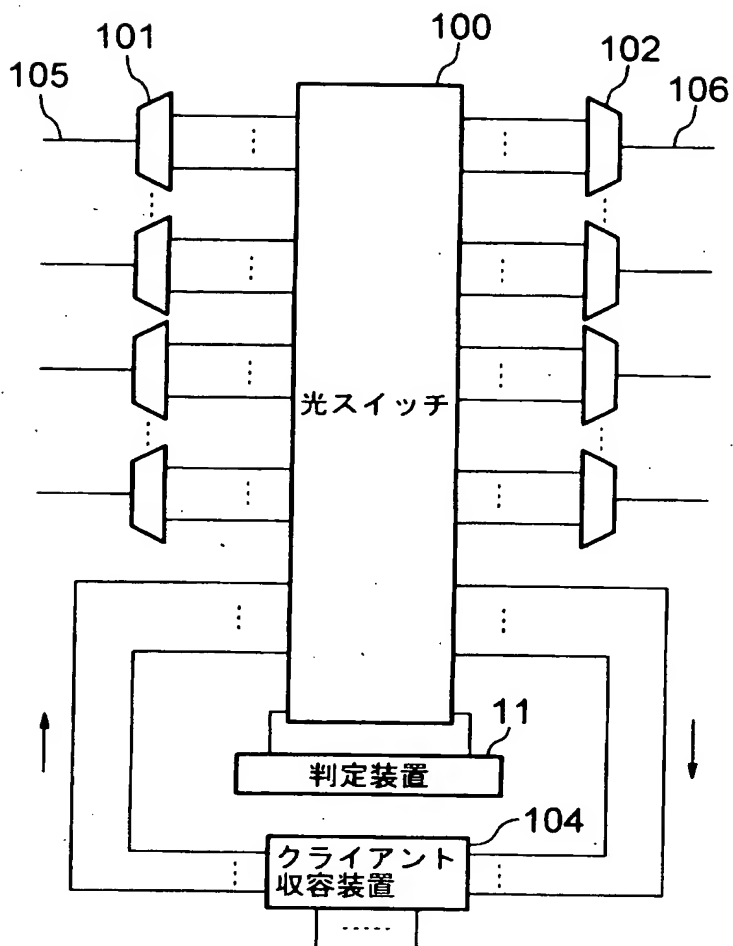
【図 1 2】



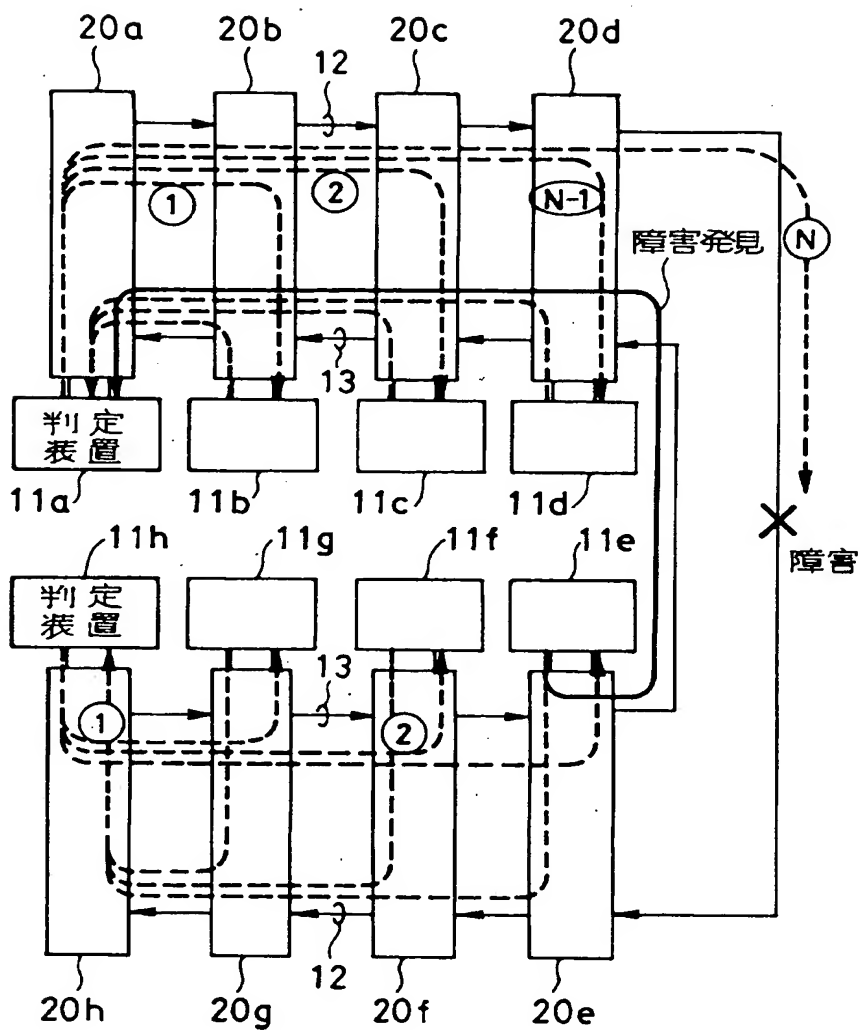
【図13】



【図 1 4】



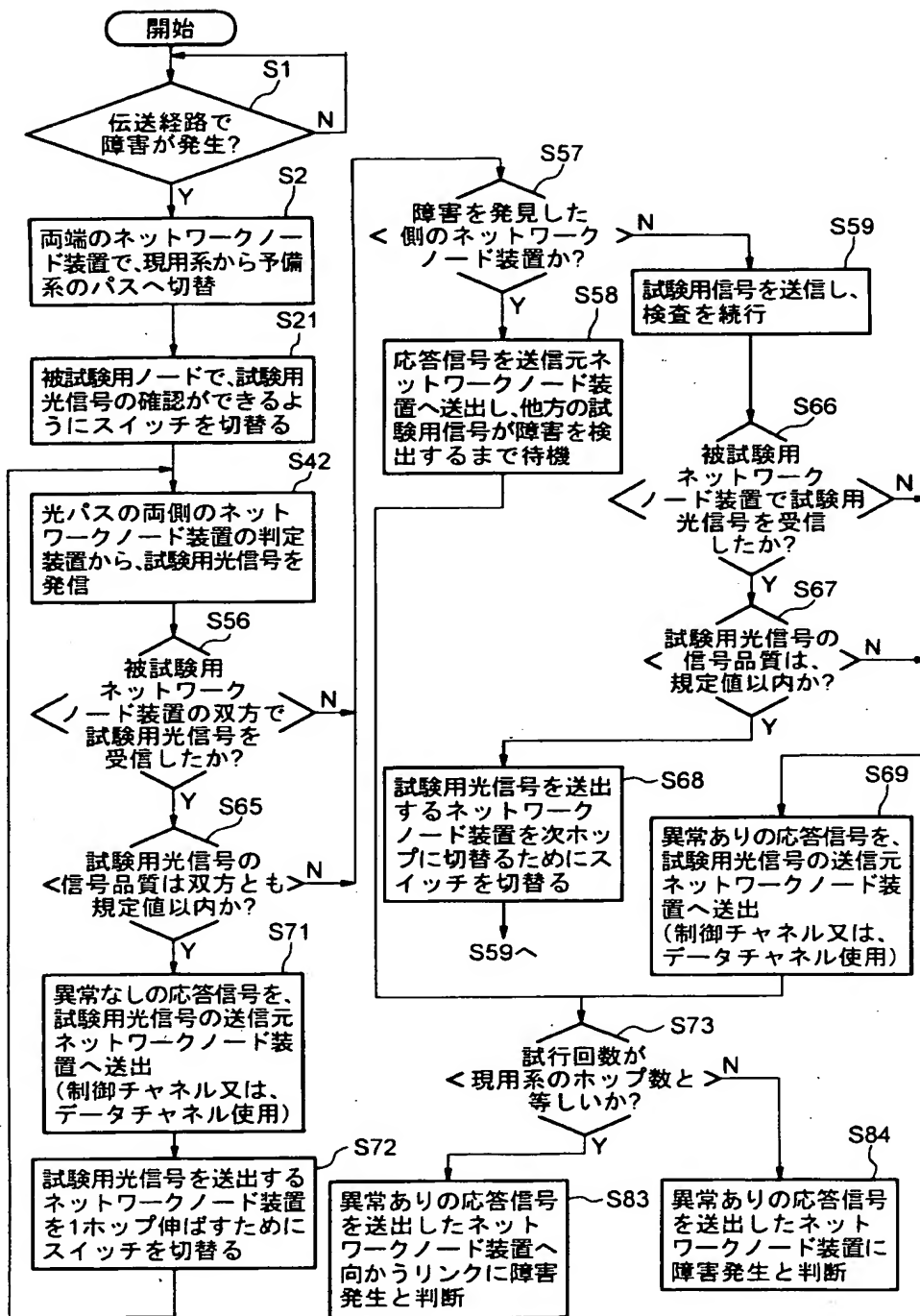
【図 15】



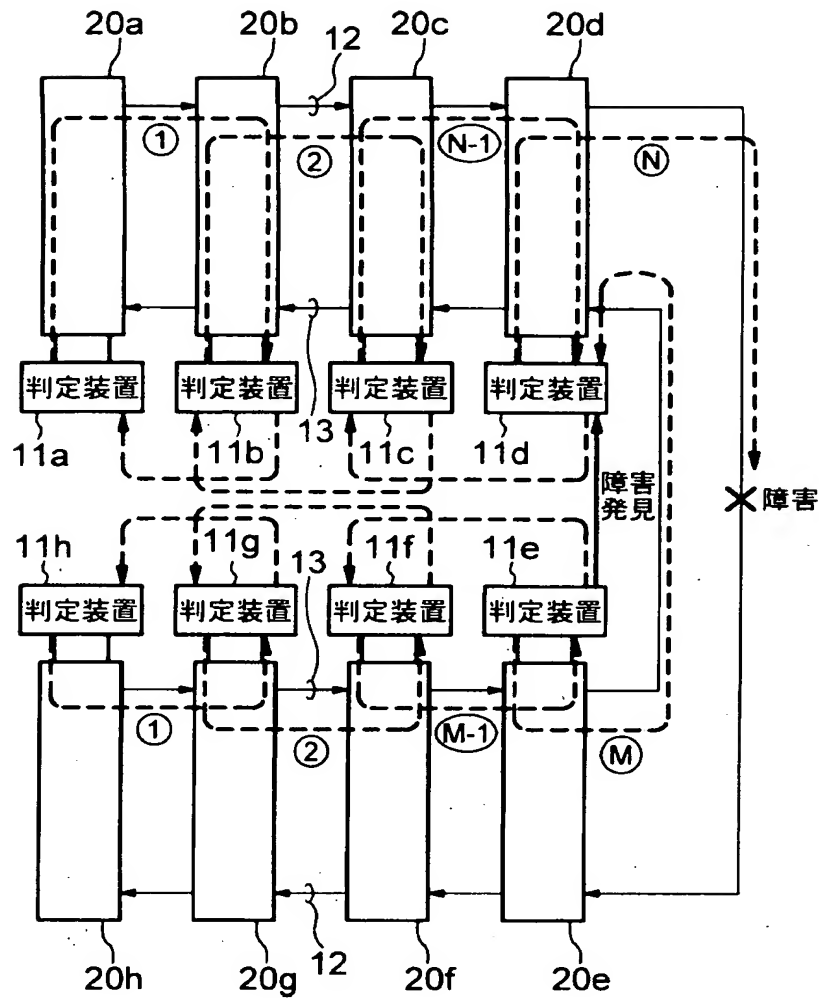
【図 16】

障害検出までの 試行回数	障害検出までの 試行回数	故障箇所
N回	異常なし	20d-20e方向のリンク
異常なし	M回	20e-20d方向のリンク
N回	M-1回	ネットワークノード装置 20e
N-1回	M回	ネットワークノード装置 20d

【図 17】



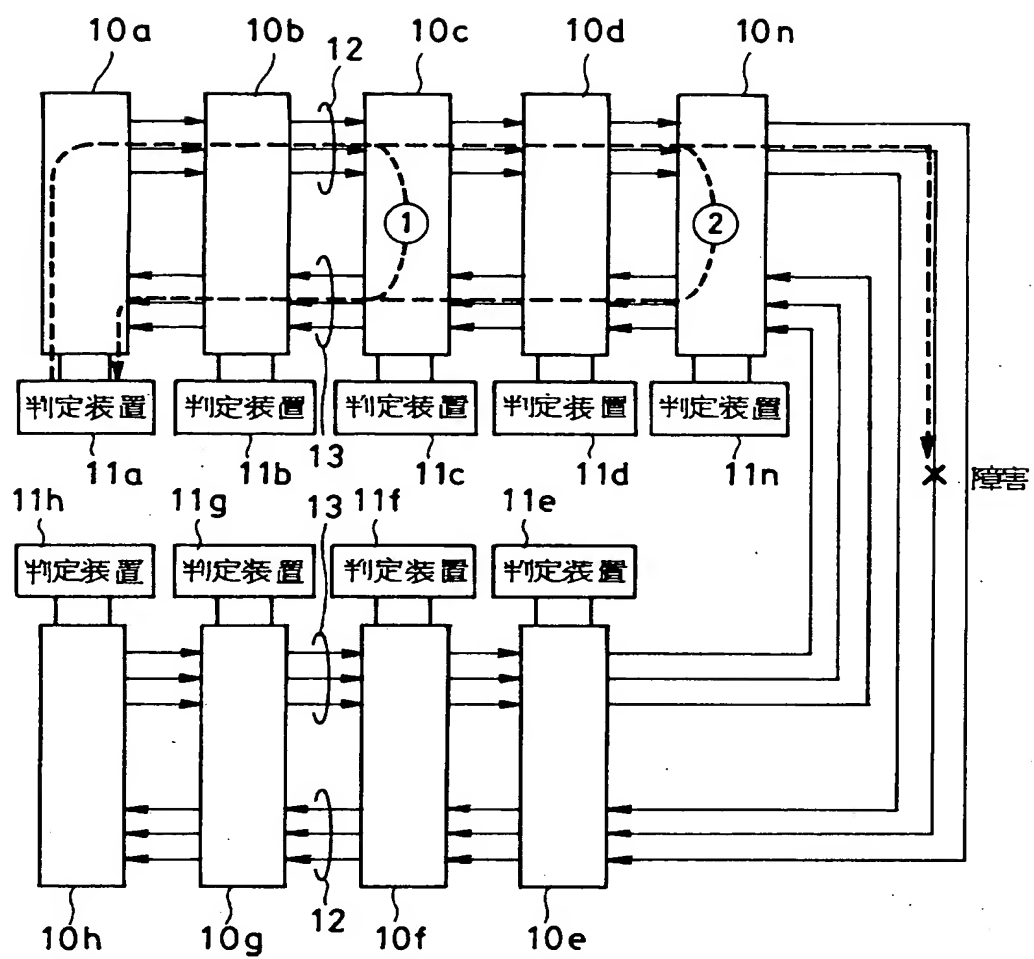
【図18】



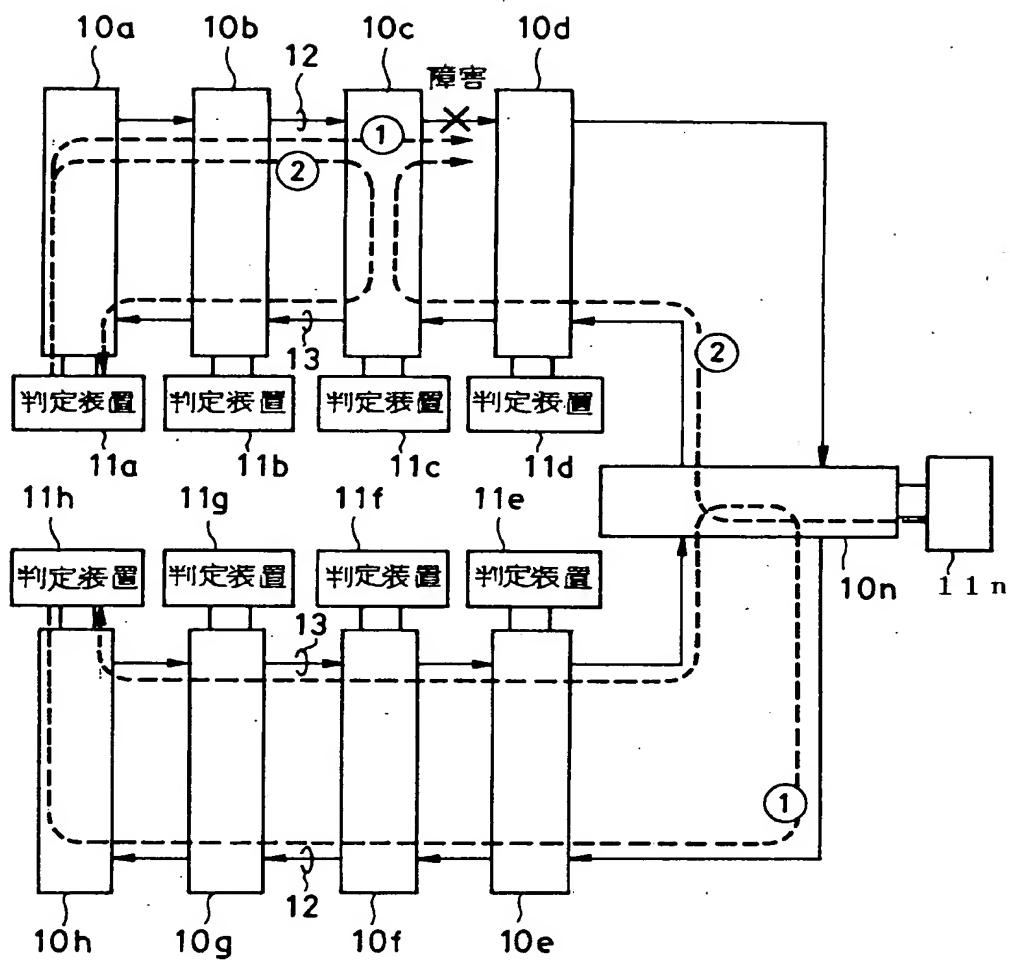
【図19】

検出までの 試行回数	検出までの 試行回数	故障箇所
N回	異常なし	20d-20e方向のリンク
異常なし	M回	20e-20d方向のリンク
N回	M-1回	ネットワークノード装置 20e
N-1回	M回	ネットワークノード装置 20d

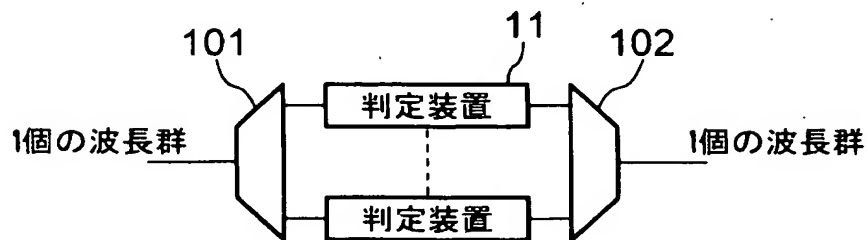
【図 2 0】



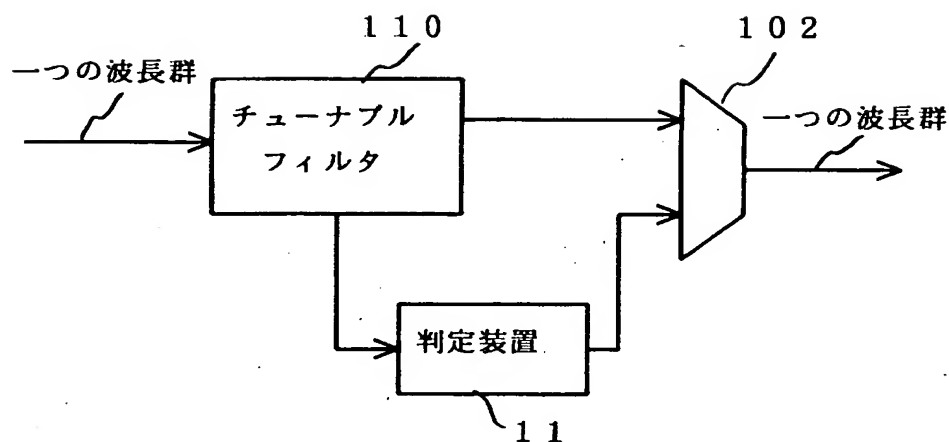
【図 2 1】



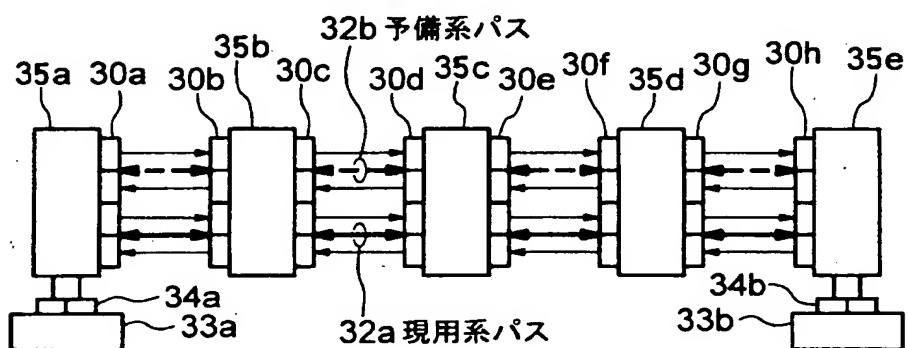
【図 2 2】



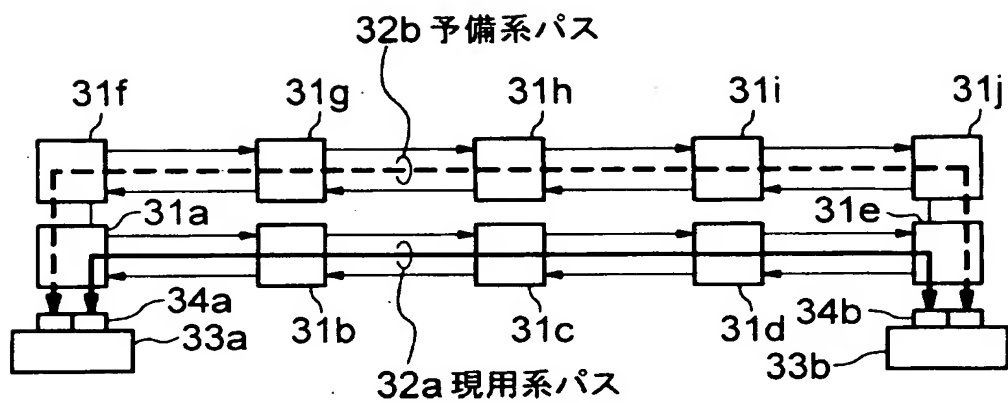
【図 23】



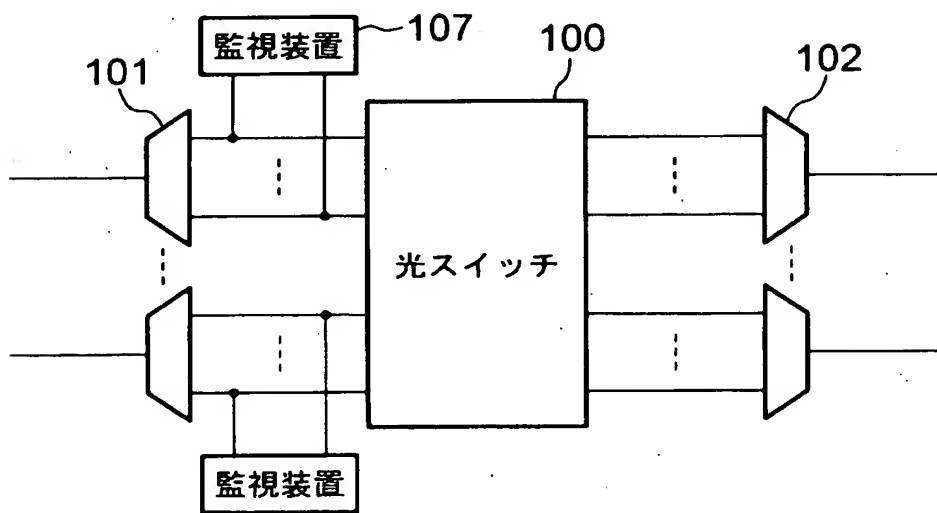
【図 24】



【図 25】



【図 26】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ネットワークにおいて障害が発生した場合、障害位置を容易に特定する。

【解決手段】 障害のため光パスが現用系から予備系に切替わると、光パスの端点に位置するネットワークノード装置 1 0 a から発信された試験用光信号が、現用系光パス上のネットワークノード装置 1 0 b, 1 0 c, ..., 1 0 h により夫々ループバックされる。このループバックされた試験用光信号を送信元のネットワークノード装置 1 0 a が受信し、判定装置 1 1 a で試験用光信号の信号品質を測定することにより、試験用光信号が通過した経路の障害の有無を検出する。判定装置 1 1 a 内の試験用受信器 5 1 で、BER、S/N比、光パワー、光波長を測定し、リンク切断による障害位置だけではなく、信号品質の劣化も検出可能となる。

【選択図】 図 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000004237]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区芝五丁目7番1号

氏 名

日本電気株式会社